СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ
ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ
КНИГА 10

СВАНТЕ АРРЕНИУС

ЖИЗНЕННЫЙ ПУТЬ ПЛАНЕТ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
МОСКВА ~ ПЕТРОГРАД
1923

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

Под общей редакцией А. Д. Архангельского, В. А. Костицына, Н. К. Кольцова, П. П. Лазарева и Л. А. Тарасевича

Книга 10

СВАНТЕ АРРЕНИУС

ЖИЗНЕННЫЙ ПУТЬ ПЛАНЕТ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО

Сванте Аррениус

ЖИЗНЕННЫЙ ПУТЬ ПЛАНЕТ

перевод с немецкого под редакцией

В. А. КОСТИЦЫНА

С 28 рисунками

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
МОСКВА 1923 ПЕТРОГРАД

Гиз. № 4110. Главлит. № 8284. Москва. Напеч. 7.000 экз.

«Мосполиграф», 1-я Образцовая типография, Пятницкая, 71.

ПРЕДИСЛОВИЕ РЕДАКТОРА.

Имя Сванте Аррениуса не нуждается в рекомендации русской читающей публике: оно хорошо ей известно по прежним его книгам космогонического характера, выдержавшим и на русском языке ряд изданий: «Образование миров» и «Представление о мироздании на протяжении веков». Эта книга отчасти дополняет предыдущие, но имеет в виду и особую самостоятельную задачу: дать представление о вероятном физическом состоянии нижних планет нашей солнечной системы и о их судьбах. Книга написана образно, ярко и со знанием дела, и даже там, где читатель не соглашается с автором, он не может остаться равнодушным к оригинальности его мыслей и к широте размаха. О верхних планетах (Юпитер, Сатурн, Уран и Нептун) в книге ничего не говорится, и можно думать, что им Аррениус посвятит особую книгу.

Москва, 3 июня 1923 г. *В. Костицын.*

ПРЕДИСЛОВИЕ.

Появление двух моих сочинений: «Происхождение миров» и «Представление о мироздании на протяжении веко.» было принято благосклонно и с интересом, на что я едва мог надеяться, а потому мне чаще и чаще приходила мысль обработать новые, касающиеся космогонии, вопросы, которые большею частью поставлены были новыми наблюдениями и открытиями в области астрономии. Открылись новые широкие перспективы благодаря изучению отношений звезд к Млечному Пути и благодаря наблюдениям над смежными с нами планетами. Эти наблюдения дают ясное указание на ход развития планет, а отсюда можно делать заключение об изменчивой судьбе земли и об ее будущем состоянии. На эту тему, составляющую содержание наибольшей части предлагаемых здесь глав, я еще раньше (1911 г.) напечатал небольшое сочинение на немецком языке под таким же заглавием. Но так как происхождение солнечной системы из туманностей Млечного пути (о чем я читал лекции во многих местах и на родине и за границей, а в 1912 году представил работу в Академию Наук) может быть рассматриваемо как доисторическое бытие планет, то для предлагаемого собрания космогонических статей я удержал общее заглавие: «Жизненный путь планет». Как вступление я предпослал лекцию, прочитанную мною на четвертом международном философском конгрессе в Болоньи в 1911 году—о происхождении звездопочитания.

Надеюсь, что предлагаемая книжка существенно пополнит пробелы в предшествующих работах.

Стокгольм, 1918 г. *Автор.*

СОДЕРЖАНИЕ.

ПЕРЕЧЕНЬ РИСУНКОВ.

ЖИЗНЕННЫЙ ПУТЬ ПЛАНЕТ

ГЛАВА I.

Происхождение звездопочитания.

Астрономия не пользуется у большинства людей таким почетом, как другие естественные науки, признанные основами нашей высоко-развитой материальной культуры, каковы физика, химия и биологические дисциплины. К чему знать, что какие-то звезды отстоят от Солнца на сто или тысячу биллионов миль или как образовались небесные тела в течение биллионов лет? Между тем астрономия практически не была так бесполезна, как думают, да не бесполезна и теперь. Благодаря определению времени она получила большое значение для гражданской жизни. Задолго до введения компаса она учила определять страны света, да и теперь еще мореплаватель пользуется ею для определения места в открытом море. Во всяком случае для этого требуются столь простые измерения, что скорее есть склонность считать их практическим искусством, чем принадлежностью науки более высокого порядка. Они вошли в употребление в ежедневной жизни, как взвешивание товаров в торговле, которое нисколько не считается научным делом, хотя оно предполагает применение физического прибора, весов.

Мы не должны забывать, что многое, теперь привычное и лишенное в наших глазах научного клейма, некогда было целью возникающей науки. Всякое естественно-научное знание произошло из потребностей практической жизни.

Вероятно, геометрия еще старше астрономии. Ее название обозначает «измерение земли», и, сообразно с этим, древнейшая геометрия занималась определением расстояний на поверхности земли, позднее—измерением участков. Это крайне важное практическое применение геометрии так просто, что в современной математической науке нет более о нем речи, хотя геометрия входит сюда как часть. И таким же точно образом

основные части всех естественных наук перешли в общее пользование людей и являются им столь же понятными сами собой, как те древние приобретения, из которых произошла астрономия.

Подобно всем прочим, более глубоким знаниям, и возникающая наука о звездах оставалась у первобытных народов в исключительном тайном обладании избранного меньшинства и была введена в религиозный культ. У большинства древних народов мы находим почитание светил, как властителей человеческой судьбы. Это может показаться трудно объяснимым: и ежедневный опыт, и науки наших дней, являющиеся систематизированным человеческим опытом, показывают, что небесные тела не имеют никакого заметного влияния на живую природу, за исключением Солнца, которое царит над всей природой, как живой, так и мертвой, благодаря щедрому излучению света и тепла. Возможно, впрочем, что имеет значение и Луна, так как она, повидимому, несколько влияет на давление воздуха и на магнитное, а в особенности электрическое состояние земли, и таким образом, действует и на жизненные явления. Все остальные небесные тела не имеют никакого доступного наблюдениям влияния на природу.

Вполне естественно, люди обращали внимание прежде всего на то, что им вредно или полезно, и, приписывая все явления воздействию одаренных волею духов, пытались путем жертв или заклинаний склонить или принудить их отказаться от своего вредного действия. Такие духи жили в хищных зверях, а особенно в змеях; они предполагались в основе каждого явления природы — землетрясения, вулканического извержения, снеговых ураганов, гроз, ливней, наводнений, засухи, зноя, пожаров, — и от них старались защититься путем религиозных действий. Религия основывалась, главным образом, на страхе перед богами. Только позднее стали предполагать и в основе полезных явлений природы и вещей добрых духов и стали приносить им благодарственные жертвы и хвалебные гимны.

Ясно, что эта первоначальная простая вера гораздо старше, чем почитание светил. Последнее предполагает более высокую культурную ступень. Звезды не имели для человека никакого значения, пока их не стали применять к измерению промежутков времени, более длинных, чем число дней, высчитываемых по пальцам. Далее мы попытаемся изобразить вероятный ход этого развития.

Несомненно, что почитание светил не обязано своим происхождением ни удивлению перед величественным светилом, появляющимся с рассветом на восточном горизонте, в течение дня обегающим небесный свод и потом опускающимся в западной дали, ни благодарностью к ночным светилам за их борьбу против темных облаков и других сил тьмы. Конечно, даже совсем низко стоящие племена различают наиболее бросающиеся в глаза небесные тела. Особенно поучительны в этом отношении австралийские негры. По Спенсеру и Гиллену, у них есть легенды о Луне, которая у них мужского рода, о Солнце, о Венере, равно как о враждебных Магеллановых облаках и о Плеядах, которые тоже рода женского, как Солнце и Венера. Естественно, что солнечные затмения обратили на себя величайшее внимание. Между тем как эти сыны природы имеют ныне невероятное множество религиозных церемоний, относящихся к обыкновенным случаям, у них нет ни одной, которая посвящена была бы светилам, если не считать бросания камней при затмении Солнца. Но кажется, что и этот обряд можно с некоторой уверенностью предоставить лекарям. Весьма знаменательно, что небесным телам приписывается земное происхождение и что Солнце, Венера и Плеяды—женского рода, а это указывает, что Луна—рода мужского—пользуется предпочтением. Время рассчитывается по «снам», т.-е. по тому, сколько раз приходится спать, или по «лунам». Есть имена для лета и зимы. Считать могут эти негры только до пяти, может быть правильнее было бы сказать—до четырех, так как слово «пять» означает также «многие». О влиянии небесных тел у них не существует никаких представлений, а потому и нет связанных с ними обрядов. Существует только несколько сказаний о них, как и о других ощущаемых предметах. И это, вероятно, осталось бы навсегда, если бы вследствие необходимости делить время не приобрело большого значения правильное изменение света небесных тел.

Различие между днем и ночью имеет такое огромное значение, что оно наложило свою печать на всю органическую природу земли. Жизненные отправления растений зависят от времени дня. Днем, под действием света, растения воспринимают питание, а ночью расходуют часть накопленной за день силы. Эти периоды так правильны, что проходят автоматически. Знаменитый ботаник Пфеффер делал опыты над мимозами, которые, как известно, распускают свои листья днем и скла-

дывают ночью. Если их оставляли на день в темноте, они все-таки распускали листья. Если помещение освещалось на ночь электричеством, то проходило некоторое время, прежде чем растения привыкали к этой перемене, но, привыкнув, они начинали распускать свои листья и при электрическом свете. Соответственно этому поступают и животные. Дневная периодичность лежит у них в крови, и в этом смысле они обладают инстинктивным счислением времени.

Часто утверждают, что будто уверенность в том, что за мраком ночи снова явится свет Солнца, сделала человечество способным спокойно относиться к потере дневного света на время целой половины жизни, исполнила его благодарностью по отношению к Солнцу и вызвала его почитание. «Новое чувство жизни, — говорит Трёльс-Лунд, — выросло в тот час, когда явилось великое знание, что ночь сна и ночь сплошного страха одинаково длинны и всегда уничтожаются следующим за нею днем». А между тем это знание явилось у наших предков еще гораздо раньше, чем они сделались людьми. Почитание Солнца не имеет ни в коем случае такой основы; оно было вызвано скорее пониманием значения Солнца при смене времен года. Особенно важна именно эта смена; значение ее чувствуется уже в растительном мире: осенью растения складывают запасной материал, что особенно имеет место у прорастающих семян. Даже нисшие и высшие животные собирают зимний запас, как, например, пчелы и белки,—поэтому нет ничего удивительного, если стоящие на нисшей ступени развития люди собирают запас на правильно повторяющееся время года, скудное жизненными средствами.

Между тем у австралийских негров не может быть речи ни о каком счете времени более пяти дней, так как они умеют считать не далее, чем до четырех или пяти. Они, конечно, знают, что фазы Луны повторяются и что сменяются лето и зима; но они не имеют никакого понятия о длине времени между этими переменами. Несколько дальше пошли народы, считающие по пальцам не одной руки, а двух: так дошли они до числа «десять». В применении ко времени это повело к исчислению больших частей времени по декадам, т.-е. по десятидневьям. Этого достигли прежде всего индоевропейцы, семиты, индусы и египтяне, равно как обитатели островов Тихого океана. Еще дальше пошли в Мексике, где положили в основу счета сумму всех ручных и ножных пальцев и таким образом

создали единицу времени в двадцать дней. Но подняться отсюда до единицы в 365 дней, было чрезвычайно тяжелой задачей для первобытных людей.

Прошли тысячелетия, прежде чем наиболее развитым народам удалось установить длину солнечного года. Те из них, которые жили далеко от экватора, там, где значительны изменения солнечной высоты, без сомнения, вели уже счет по годам, прежде чем могли выразить в днях длину года. Представьте себе кочевой народ, например, лапландцев в северной Швеции. Осенью их олени передвигаются, ради пищи, к морскому берегу, и лапландцы следуют за ними. Весною их животные переходят с ними в скалистые области. Трудно поэтому было бы этим номадам не заметить, что здесь им почти непрерывно светит Солнце, а на берегу, напротив, для них почти непрерывная ночь. А потому они необходимо должны были поставить в связь прекрасное лето с продолжительностью солнечного света. Для них было несомненным великое значение Солнца для жизни. То же самое справедливо относительно всех народов, живущих далеко от экватора. Вот почему они сделались солнцепоклонниками. Нетрудно привести примеры обожающих Солнце народов; мы дадим важнейшие.

Люди бронзового века здесь, на севере, уже за тысячи лет были ревностными обожателями Солнца, на что указывают многие находки от тех времен, и именно нацарапанные на скалах знаки. Равным образом кельты в Западной Европе часто представляли символ Солнца в образе креста, между тем как почитание Луны им, повидимому, было столь же чуждо, как и обитателям севера в бронзовый век. Самсон (Симсон) у иудеев был солнечный герой, имя его родственно с вавилонским Шамаш, солнечный бог. В космогонии Гезиода Солнце (Гелиос) называется прежде Луны (Селена). Древние германцы поклонялись и Солнцу и Луне: первому в бо́льшей мере. У славян был солнечный бог Дажбог; напротив, нет никаких указаний на почитание у них Луны. То же самое нужно сказать и о предках финнов. У китайцев жрецы Тао зажигают огонь в день праздника весны и в праздник равноденствия, как мы в Иванов день, и сыплют рис и соль в пламя в виде жертвоприношения. «Это—остаток солнечного культа»,—говорит Соломон Рейнак, которому я обязан множеством указаний относительно этого культа. В Японии Луна—мужского рода, Солнце—женского, значит, там, как и у австралийских негров, придавали

первоначально более значения Луне, чем Солнцу. Тем не менее японцы теперь – солнцепоклонники. Солнце как символ Высочайшего помещено на их знамени, а Микадо считается происшедшим от Солнца. Итак, они уже давно перешли от лунного культа к солнечному. Вероятно, в Китае вступили на этот путь еще раньше и даже дали Солнцу род мужской. И все народы, как и японцы, с ростом культуры признают далеко превосходящее значение Солнца. Инки в Перу, достигшие значительной культурной высоты, были поклонниками Солнца и называли себя его детьми, хотя жили близко к экватору, где, как мы сейчас увидим, культ Луны имел своих вернейших приверженцев.

Вблизи экватора различие между летними и зимними положениями Солнца и температурами весьма незначительно. Там скорее имеет преобладающее значение смена влажных и сухих времен года. Никакой снежный покров не устилает зимою почву и не мешает росту растений; таким образом, пища для человека и животных имеется весь год; в противоположность нашим широтам, там часто дело доходит до заглушения растительности при большой высоте Солнца в силу одновременно наступающей засухи. Высота Солнца и солнечный свет изменяются в течение года в слишком малой мере, чтобы обратить внимание детей природы. Напротив, свет Луны там колеблется, как и у нас, между полной силой и совершенным исчезновением, и при том в столь короткие промежутки времени, что эти периодические смены должны крепко удержаться в памяти. И, таким образом, даже стоящие на низкой ступени развития австралийские негры пользуются сменой лунного света для обозначения протекшего времени. Конечно, они не имеют настоящего исчисления времени, так как не могут сказать, сколько дней приходится на месяц. Поэтому в гораздо лучшем положении находились народы, которые могли считать до десяти или даже до двадцати и принимали как меру времени простую или двойную декаду. Они уже могли с легкостью определить время между двумя лунными четвертями, которые отстоят друг от друга на семь с половиной дней.

Но когда они узнали, что между двумя новолуниями лежит четыре четверти, они могли сделать важный шаг от краткой меры времени—дня—к более длинной—месяцу. Если сначала они приняли последний в 30 раз длиннее первого, то впоследствии они сумели установить, что в месяце не 30 дней, а не-

сколько меньше—и это, вероятно, было для них головоломной работой. В действительности в нем только 29,53 дня. Но во всяком случае периодическое повторение полнолуний и новолуний было надежнейшим и достовернейшим из их знаний. Это было нечто иное, чем неподдающееся учету наступление землетрясений или ураганов, гроз или ливней, а уж нечего и говорить об опустошениях, производимых дикими зверями или огнем. Явилась возможность измерять времена, которые раньше были недоступны исчислению. В первый раз перед человечеством смутно предстало понятие о вечности. Луна была великим учителем, измерителем всех вещей. И в санскрите Луна называется «mâs», т.-е. измеритель; да и латинское «mensis» (месяц) в близком родстве с словом «mensura» (мера).

Поэтому народы, жившие вдали от полюса, предпочитали Луну Солнцу. Мексиканцы имели издавна своеобразную меру для больших промежутков времени, так называемый «tonalamatl», обнимавший 260 дней. Он, несомненно, должен был заключать девять синодических месяцев—девятерной промежуток между двумя новолуниями. Но так как это время составляет 265,58 дней, число, к которому не подходит двойная декада, то сократили его до 260 дней, подобно тому как мы действительный солнечный год в 365,24 дня приравниваем 365 дням.

Много было предпринято изысканий, почему мексиканцы избрали именно девять синодических месяцев вместо 13, как почти все другие народы, но дело нисколько не уяснилось; верно только одно: «тоналаматль» не имеет ничего общего с солнечным годом и имеет связь только с лунными месяцами. Глубокая древность «тоналаматля» видна из того, что жрецы постоянно пользовались им в магии и при составлении гороскопов, когда солнечный год уже вошел во всеобщее употребление. Мексиканский ученый де Хонге (Jonghe) говорит, что «тоналаматль» употреблялся у всех племен группы Нагуа, хотя они издавна уже разделились. Итак, по всем видимостям, это — старая мера времени, хотя она явно моложе, чем синодический месяц.

Мы обладаем более обширными сведениями о почитании Луны у жителей Месопотамии. У них почитание Луны (Sin) было старше, чем Солнца (Shamash). Нижеследующий перевод клинописного гимна я заимствую из этюда «Семитиче-

ское почитание Луны» лектора Л. Бергстрёма (в Nordisk Tidskrift, 1909).

О Луна, ты единая проливающая свет,
Ты, несущая свет человечеству.
Ты благосклонная к людям с черными кудрями,
Твой свет сияет на небесном своде,
Твой факел светит, как пламя,
Твой блеск наполняет далекую землю.
О ты, небесный Ану, чью мудрость и разум никто не может вместить,
Твой свет прекрасен, как Шамаш, твоя перворожденная,
Пред тобой в пыли лежат все великие божества,
Ибо судьба мира покоится в тебе.

«Ану»—это бог неба и, повидимому, означает здесь бога вообще, Шамаш — дочь Сина и уже в этом гимне называется равнозначительной отцу. Позднее, в период династии Хаммураби (около 2.000 до Р. Х.). Шамаш считали высшим божеством, но все-таки измерителем времени с религиозными целями осталась Луна. И жрецы в своих астрологических предсказаниях предпочитали Луну. При этом особенно важную роль играли знаки на ней. Еще во время Тихо Браге астрологи предсказывали по ним. «О Син! ты предсказываешь богам, которые тебя просят об этом!»—так говорится в одной заклинательной песне.

Из вавилонского культурного очага почитание Луны перешло к арабам и другим семитам. По Бергстрёму Луна первоначально и у евреев играла более важную роль, чем Солнце. Отношение изменилось только ко времени Христа. Однако Луна осталась измерительницей времени для религиозного календаря. В псалме 104. 19 говорится: «Он создал Луну, чтобы определять времена».

Общее мнение таково, что свет, истекающий из светил, и обратил на них, главным образом, внимание людей. Но тогда весьма трудно объяснить, почему же Луне отдали преимущество перед Солнцем. Теперь говорят обыкновенно, что (в Вавилоне) Солнце считалось за врага людей, так как своим зноем уничтожало рост травы. Действительно, там лето вносит в страну период засухи. С другой стороны, лунные ночи должны быть целительны и живительны. Попытку другого объяснения дает Бергстрём. Он говорит, что блестящая Луна с своим постоянно меняющимся образом сильнее возбуждала фантазию сынов природы, чем Солнце, сияющее с неизменной силой. Здесь

конечно, может быть доля правды. Огромная разница по силе света между полнолунием и новолунием дает возможность каждую ночь отмечать изменения лика Луны. Ее восход и заход ежедневно запаздывают почти на час, тогда как время появления и исчезновения солнечного сияния меняется почти незаметно; благодаря этому, и в особенности благодаря малости периода лунных фаз, явления эти хорошо сохранились в памяти, а потому синодический лунный оборот является наилучшей мерой для больших промежутков времени.

Несомненно, к олицетворению фаз Луны в легендах повела настоятельная практическая нужда, а не иные побуждения. У австралийских негров Луна в каждой четверти имеет особое имя. Вероятно, вначале они верили, что имеется четыре различных небесных тела, подобно грекам времен Гомера, которые планету Венеру считали за две разные звезды — утреннюю и вечернюю. Трудно допустить, чтобы жгучий зной Солнца мог оказаться препятствием к почитанию Солнца. Обыкновенно происходило как раз противоположное: обожали именно те предметы, которых боялись. Точно также неправильно, будто вавилоняне считали Солнце, Шамаш, за враждебное, а Луну за дружественное божество. Солнечный бог, Шамаш, являлся для них благодаря своему сиянию подателем жизни и здоровья. Губительный элемент в солнечном зное приписывался другому богу, Нергалю, властителю подземного мира, демону войны и охоты, приносителю лихорадки и прежде всего чумы. Таким образом, не было оснований ставить Шамаш на второе место после Син, которому приписывается власть над водой и огнем и этим (по Шрадеру) отмечается, что он вызывает лихорадочный озноб и лихорадочный жар.

В пустынях, но также и в сырых местностях под тропиками, после заката Солнца устанавливается такая низкая температура, что вода замерзает, и появляется лед. Благодаря этому внезапному холоду можно легко получить болезнь. Это падение температуры наступает в особенности при ясном небе, вследствие беспрепятственного излучения, «если светит луна», как говорят дикари. Если спать при лунном свете, то можно легко получить лихорадку и помешательство; так думают дикари, так думают и многие цивилизованные люди; эта вера особенно живуча у моряков. Этим объясняются такие слова, как лунатизм, англ. moonstruck, лунатик и проч. Возможно, что эта вера поддерживается тем, что сильные припадки эпилептиков, весьма

напоминающих лунатиков, бывают в периоды, приблизительно совпадающие с синодическим месяцем. Как я указывал, это, вероятно, зависит от периодических колебаний воздушного электричества.

Наконец, прибавим, что третье великое звездное божество, Истар, небесная царица (Астарта, Венера), была кроткая, но могущественная, сострадательная помощница во всех нуждах, которая освобождала от колдовства и хилости, а всякой вине и греху давала прощение. Эта прекрасная богиня, которая несколько походит на трогательный образ Девы Марии у католиков, стояла, несмотря на свое сострадание к бедствиям людей, только на третьем месте в блистательной троице: Син, Шамаш и Истар.

При сильной сухости путешественник по пустыне страдает больше всего от мучительной жажды. Но это зависит только от недостатка воды, и Солнце тут не виновно. Египтяне для своих умерших на их пути на новую родину желали холодных источников и освежительных северных ветров. Магометане по отношению к загробной райской жизни имели подобные же представления.

Совсем иные представления стали возникать, когда с ростом населения оказалось необходимым для добывания пищи перейти к земледелию. При этом значение Солнца оказалось настолько большим, что оно стало считаться распорядителем человеческой судьбы и было поставлено на первое место. Растения имеют определенный годичный период; реки периодически выступают из берегов и производят наводнения, которые имели величайшее значение в особенности в тех странах, где была колыбель культуры. В атмосфере также существует определенная годичная периодичность по отношению к смене осадков и сухости. Великое значение наводнений в Египте уже в весьма раннее время дало повод к введению солнечного года. Длину его брали в двенадцать тридцатидневных месяцев, т. е. 360 дней, но вследствие этого были вынуждены сдвинуть начало года. Наблюдения над восходом и заходом звезды Пса (Сириус) послужили вспомогательным средством при этих передвижениях. Отсюда видно, как затруднительно из простых наблюдений установить точную длину солнечного года. Великий реформатор Аменготеп IV около 1.400 г. до Р. Х. добивался признания солнечного бога всеединым властителем мира, но натолкнулся на сопротивление консервативного жречества, служившего большею частью другим богам и боявшегося лишиться власти. Его

преемник должен был уступить этому единодушному сопротивлению.

Около 2.000 до Р. Х. в Вавилоне местный бог вавилонский, Мардук, считавшийся раньше представителем планеты Юпитера и стоявший среди звездных божеств сейчас же позади трех высоких верховных богов, был возвышен до самого высокого ранга между богами, при чем ему был предоставлен также сан солнечного бога. Заметим при этом, что Мардук играл также большую роль как исцелитель болезней. Гораздо позднее, в древнем Риме, развитие направилось тем же путем, когда император Аврелиан (270 — 275), под влиянием восточного культа Митры, возвысил солнечного бога до верховного бога для всего римского государства, которое обнимало почти весь известный тогда мир.

С точки зрения нашей темы весьма характерно то обстоятельство, что у мексиканцев планета Венера играла почти столь же важную роль, как Луна и Солнце. В противоположность внешним планетам, эта планета изменяет свой блеск, как Луна, от полной яркости до почти совершенного исчезновения. При полной яркости ее блеск под тропиками бывает так силен, что бросает тень. Период этой синодической смены составляет почти без двух часов, 1,6 года; поэтому мексиканцы ввели отрицательную поправку в размере одного дня на каждые двенадцать периодов; этот день они откидывали, тогда как мы, напротив, прибавляем к каждому четвертому году один день. Наблюдения над изменениями блеска Венеры и ее положением относительно солнца ввиду их более длинных периодов вполне годятся для измерения времени и особенно для определения длины солнечного года, так как пять периодов Венеры весьма близко соответствуют восьми солнечным годам. Мексиканские жрецы установили, что 104 солнечных года равны 65 Венериным периодам или 146 «тоналаматлям».

В Мексике культ светил был столь же развит, как в Вавилоне. Главный догмат веры передается у Альфреда Чаверо следующим образом: «Создатель-отец был — Небо, Xiuhtecutli лазурно-голубой господь. Мать была Omecihuatl, Млечный Путь, двойная властительница. Млечный Путь, как известно, на довольно длинном протяжении от созвездия Лебедя до области, близкой к Южному Кресту, тянется двумя параллельными ветвями. Отсюда, конечно, и происходит прозвище «двойная властительница». «Небесный огонь охватил Млечный Путь, из

космической материи которого произошли звезды. Важнейшие из них—это Tonatiuh—солнце, Terzcatlipoca—Луна, Quetzalcoatl,—Венера. Они возвысились до верховных божеств. Ради целей культа они представлялись в человеческом образе. Из глины, дерева или камня приготовлялись мириады таких изображений, чтобы быть предметом поклонения».

Это в высшей степени интересное сообшение показывает, что мексиканцы ближе подошли к разрешению мировой задачи, чем сами вавилоняне. Вместо того, чтобы считать первоначальными Небо и Землю, как это делала бо́льшая часть народов, они возвысили в ранг праматери Млечный Путь. Он был прародителем всех звезд, Солнца прежде всех. Это удивительно совпадает с современным воззрением, к которому привели, главным образом, работы американских астрономов в последнее десятилетие. Результаты этих исследований показывают, что из первичной туманной материи Млечного Пути происходят звезды и, выделяясь из него, в течение времен проходят свой путь развития.

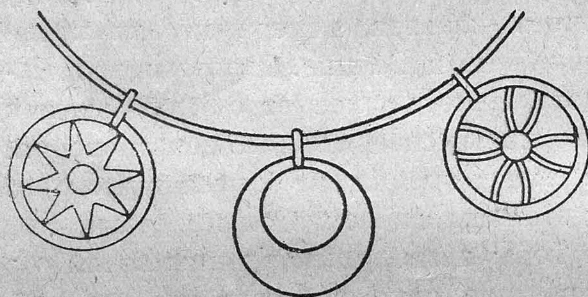


Рис. 1. Шейная повязка ассирийского царя по каменному изображению IX в. до Р. Х.

В Месопотамии, как мы видели выше, была оказана Венере честь принятием ее в великую троицу звездных божеств. Земные заместители небесных богов, ассирийские цари, носили, как знак своего божественного посланничества ожерелье, в средине которого красовался лунный серп, а возле него, с одной стороны—обведенный кольцом крест,как символ Солнца, а с другой стороны—звезда как знак Венеры (рис. 1). Крест перешел к христианам, полумесяц к магометанам, а символ звезды можно видеть в иудейских синагогах.

При определении церковных праздников магометане и иудеи руководятся еще Луной, как и христиане по отношению к Пасхе. При этом магометане считают год в 12 синодических месяцев. Но двенадцать синодических месяцев содержат только 354,4 дня, тогда как солнечный год имеет 365,24 дня. Большею частью эта разница устранялась тем, что лунный месяц считался в 30 дней, а солнечный год в 360 дней, как это делали, например, египтяне и первоначально также вавилоняне. Считать с

дробями и даже в целых числах было весьма затруднительно для первобытных народов; и для устранения неравенства прибегали к вспомогательному средству — включению лишнего месяца почти в каждый шестой год.

Высокое уважение к числу двенадцать идет из тех отдаленных времен. Зодиак разделен был на 12 домов, и в каждом из них Солнце должно было провести месяц. День и ночь получили по 12 часов. Небесный круг был разделен на 360 градусов — в соответствии с принятым для года числом дней. Таким образом, продвижение Солнца чрез зодиакальный круг от полудня до полудня оказалось равно одному градусу. Господство Луны в измерении времени вносило много усложнений, вызывавших большие затруднения. Как мы видели раньше, австралийские негры имели для четырех лунных четвертей четыре различных имени, что легко понять, так как вид Луны в каждом из ее четырех положений вполне различен. Вследствие этого и синодический месяц разделяется на четыре недели Истинная длина месяца в 29,53 дня была округлена числом 28, делимым на 4 с значительной ошибкой не менее 5,5%, и получились таким образом 7 дней для каждой недели.

Принятие семи планет с своей стороны тоже много внесло для утверждения семидневной недели. Жрецы, кроме Солнца, Луны и Венеры, признавали движущимися еще четыре звезды, а именно: Меркурия, Марса, Юпитера и Сатурна. Каждой из этих семи звезд был посвящен один день недели, который и получил от нее имя. Эти имена удержались доныне: так, Sonntag (воскресенье), Montag (понедельник) и т. д. Разделение времени по неделям, твердо установленное из религиозных оснований, вытеснило рациональный календарь, который держался еще в Египте и был введен гораздо позднее в Западной Европе благодаря французской революции — к сожалению, только на короткий срок 1793—1805 г. Вместо того, чтобы доводить синодический месяц то с прибавлением половины дня до тридцати дней, то чрез отнятие полутора дней до 28 дней, можно было бы ввести более простые отношения, например, удержав декаду вместо недели, иметь или 7 месяцев по 30 дней и пять по тридцати одному (кроме високосного года с шестью тридцатиоднодневными месяцами) или 12 месяцев по 30 дней с прибавлением полудекады (5 дней) при каждом заключении года.

Рядом с названными семью планетами древних (теперь их известно до 1.000), имели большое значение многие другие

звезды и созвездия. Так, австралийские негры считали зловредными Плеяды и особенно Магеллановы Облака. В северном полушарии последние невидимы, так как лежат вблизи южного полюса, но зато Плеяды пользовались большим уважением. В особенности, кажется, финикияне имели большой интерес к этой звездной группе. Почитание Плеяд распространилось от них по большим пространствам Африки, где—удивительное дело!—находят их изображения вместе с Солнцем, Луною и Венерой. У Гомера, кроме некоторых других звезд и созвездий, например, Гиад, Ориона, Большой Медведицы, Сириуса и Арктура, упоминаются и Плеяды. Подобно самой яркой звезде Неба, Сириусу, вторая по яркости, Канопус, находящаяся тоже в южном полушарии только в половине расстояния Сириуса от южного полюса, тоже была предметом внимания и поклонения у первобытных народов, именно у южно-африканских.

Со временем народы, особенно вавилоняне и мексиканцы, узнавали все большее количество звезд, и так как главные светила—Солнце, Луна и Венера—управляют временами года и вместе с тем важнейшими явлениями в природе, то люди постепенно стали и прочие звезды ставить над всевозможными предметами и явлениями. Не только времена года, месяцы, дни и даже часы имели каждый свою особенную звезду: в связь с ними были поставлены чуть ли не все земные предметы. Различные ветры, страны, общины, лица, части тела, животные имели каждое свою звезду и вместе с тем своего небесного покровителя. Производились пространные изыскания относительно предполагаемых аналогий и связей, при чем, однако, заключения делались на основании несущественного внешнего сходства, а часто и по чистому произволу. Таким образом, положение светил в час рождения человека считалось решающим для его судьбы. Невероятно пространное учение о сродстве и симпатиях, чрезмерно вдающаяся в частности символика, мнимая наука, не терпевшая никакой проверки, так как она исходила от непогрешимых жрецов,—вот что было плодом таких усилий. У вавилонян религия вполне срослась с наукой и имела также к своим услугам и искусство. Иногда приходится слышать, как кто-нибудь и вздохнет о потере этого райского состояния. К счастью, оно никогда не вернется. Восточное учение было перенято греками; у них оно слилось с платоновско-аристотелевской философией, и в этом виде вавилонское наследие господствовало над умами людей даже чуть ли не двести

лет до нас. Главными ветвями этой так называемой науки были астрология и алхимия. Еще Тихо Браге поставил задачей жизни обогатить и обосновать астрологию. Кеплер, как говорят, не верил в астрологию, однако он составлял гороскопы не только князьям и другим высоким особам ради денежного заработка, но даже своим собственным домашним. В нем, без сомнения, еще гнездилась добрая доля старого суеверия, но он, вероятно, говорил сам себе: «Если не поможет, то ведь и не повредит».

Точно так же алхимия разрабатывалась отчасти убежденными адептами, но большею частью обманщиками, естественной свитой так называемых «оккультных» наук. В Америке еще и теперь есть как астрологи, так и алхимики между приверженцами оккультизма. Многие из них пророчествуют за высокое вознаграждение или продают свои тайны. Я слышал от от одного почтенного шведского инженера, что пророчества исполнялись. Среди немногих европейских алхимиков, которые по большей части религиозные мечтатели, некоторый интерес для нас представляет Стриндберг. Учение о соответствии еще совсем недавно играло большую роль в умозрениях ученых. Оно в значительном объеме применялось в позднейших фантастических сочинениях Сведенборга. Многочисленные следы его находятся также в более слабых работах Стриндберга.

Знаменитый французский химик Бертело дал чрезвычайно интересное изложение того, как разрабатывались алхимиками химические явления. Он приходит к заключению, что неправильные основные воззрения алхимиков, которыми они увлекались на ложный путь, произошли из теорий Платона и Аристотеля о строении материи. Нечто подобное можно сказать об отношении платоновско-аристотелевской философии к астрологии. Она играет понятиями, которые она построила сама для себя почти без всякого отношения к действительности и без связи с нею. Ее выводы совсем не имеют ценности. Величайший вавилонский астроном Кидинну (около 200 г. до Р. Х.), пользуясь тысячелетними наблюдениями, изготовил весьма точные таблицы о положениях звезд. Из этих эфемерид также вычитывались будущие судьбы отдельных лиц, равно как отсюда извлекались указания, благоприятен или нет известный момент для задуманного предприятия. Во всяком случае они доставляли жрецам большой доход и власть над умами. До какой-нибудь попытки естественного объяснения природы небес-

ных тел жрецы подняться не могли. Даже попытки считались опасными. Звезды были божественными существами, состоящими из более тонкой материи, чем земля. Поэтому следовало опасаться, что боги будут мстить дерзкому, пытающемуся проникнуть в их тайны и позволяющему себе суждение о них.

По счастью, в Греции кроме платоновско-аристотелевского было еще иное философское направление. Оно сохранялось главным образом в южной Италии, а позднее в Александрии. Уже пифагорейцы сделали значительные успехи в толковании загадок звезд. Всех дальше удалось продвинуться здесь Аристарху Самосскому, который жил в Александрии около 2.100 лет тому назад. Еще за 1.700 лет до Коперника он выставил гелиоцентрическую систему. Правда, говорят, что его работы немного принесли пользы, так как Коперник должен был еще раз их проделать. Но при этом забывают, что сам Коперник указывает античных философов, воззрения которых согласовались с гелиоцентрической системой и что он прямо говорит: так как он может сослаться на столь высокие авторитеты для поддержки своих воззрений, то он может отважиться на изложение их. Коперник никак не решался совсем порвать с господствующей птоломеевой системой и был так непоследователен, что удержал части ее для вычисления планетных движений.

В новейшее время мы дальше продвинулись по пути, на который вступили пифагорейцы с Аристархом, Коперником и Галилеем, и сильно его усовершенствовали. Развитие астрономии и близко к ней стоящих наук совершается с огромной быстротой, если мерить на древнюю меру. По временам поднимаются предостерегающие голоса, чтобы заставить нас более уважать ту философию, которая является прямым отпрыском платоновско-аристотелевской. Всякий, кто сколько-нибудь знает историю естествознания, хорошо нас поймет, если мы скажем «сыты по горло».

Что «не-естествоиспытатель» имеет иногда весьма странное понятие о современном состоянии астрономии, достаточно ясно из слов одного из самых выдающихся наших теологов при оценке одного популярного астрономического сочинения: «Теперешние астрономы, взятые в целом, ушли немного дальше древних, так как ведь и последние могли уже предсказывать солнечные затмения». Да, они могли, так как между последо-

вательными солнечными затмениями почти так же, как и между лунными, существуют определенные промежутки времени, только последние затмения происходят чаще первых.

Разница между нашим нынешним знанием небесных тел и тем, какое мы имели пять-шесть десятков лет тому назад, громадна, и то же можно сказать про астрономию 1850-х годов по сравнению с древней. Но из-за этого мы все-таки не должны забывать, что современная наука о звездах была порождена потребностью людей в измерении времени для обеспечения себя пищей.



ГЛАВА II.

Загадка Млечного Пути.

В темные звездные ночи можно видеть на великолепном звездном небе неравномерную тянущуюся по небу звездную ленту. Эта лента переходит и в ту часть неба, которой мы не видим, так что можно сказать, что она обвивает весь небесный свод как бы поясом. Эту ленту, всего сильнее видимую на северном звездном небе, называют Млечным Путем. Он наклонен к экватору почти на 60° и делит небо на две приблизительно равные части, из которых северная несколько больше.

Уже в весьма раннее время Млечный Путь, подобно другим небесным явлениям, привлекал к себе внимание людей. Так, племя Диери в Центральной Австралии считает Млечный Путь Небесным потоком; мексиканцы видят в нем первоисточник всего. Сказание пыталось объяснить его происхождение. Вследствие своего млечно-белого сияния это небесное явление называлось у римлян «via lactea» (млечная дорога), и это обозначение перенесено почти всеми народами в свои языки. Его происхождение связывают с мифом о Геркулесе, которого Юнона кормила грудью: вдруг она в гневе оттолкнула его, при чем молоко разлилось по небу.

Но древний мир, да и все человечество еще за двести лет до нас почти не имели представления об огромном значении Млечного Пути. Анаксагор и Демокрит полагали, впрочем, что он состоит из многочисленного скопления чрезвычайно малых звезд, которые были по свойствам таковы же, как наше Солнце. Птоломей почти две тысячи лет тому назад описал его положение на небе, и это описание согласно с тем, что можно видеть и теперь невооруженным глазом. Введенная Галилеем зрительная труба подтвердила мнение, что Млечный Путь есть собрание бесчисленных звезд. Около

двухсот лет тому назад, Сведенборг делал его предметом космогонических воззрений, согласно которым солнечная система также принадлежит к нему. Райт, Кант и Ламберт развивали эту мысль дальше. После них наступил временный застой, пока великий Вильям Гершель не показал своими статистическими изысканиями, что звезды расположены тем плотнее, чем они ближе к Млечному Пути. Но это относится, главным образом, к малым, невидимым простым глазом звездам; самые яркие звезды распределены по небу более равномерно. В иных местах Млечного Пути плотность распределения звезд больше чем в сто раз превосходит плотность у его полюсов, т. е. у точек небесного свода, наиболее от него отдаленных. После Гершеля статистические изыскания были предприняты Струве, и их позднее продолжали многие исследователи. Этими исследованиями установлено, что Млечный Путь является как бы основой, на которой построена видимая для нас звездная система. Всевозможные изученные нами виды небесных тел образуют единую систему, для которой Млечный Путь служит плоскостью симметрии и местом наибольшего скопления. Сюда принадлежат загорающиеся иногда новые звезды, как известная новая звезда 1901 г. в Персее—они лежат почти все в Млечном Пути или в непосредственной к нему близости. Далее, сюда принадлежат неправильные туманности, большие, распространившиеся далеко газовые массы, из которых известнейшая—туманность Ориона, которые, повидимому, образуют праматерию, из которой произошли звезды. Сюда принадлежат также звездные кучи, плотные, шарообразные скопления звезд, и так называемые планетарные туманности, являющиеся, по крайней мере в их видимых внешних частях, шарообразными или эллипсоидальными газовыми массами. Напротив, многочисленные спиральные туманности, которыми мы ниже еще будем заниматься, встречаются в гораздо большем количестве около полюсов Млечного Пути, чем в других местах небесного свода.

По мнению многих астрономов, самый Млечный Путь также является туманностью. Обычно принимают, что он весьма напоминает спиральную туманность,—воззрение, которое горячо защищается голландским астрономом Истоном (рис. 2). Еще несколько лет тому назад профессор Болин высказывался в том смысле, что Млечный Путь более всего похож на спиральную туманность или, правильнее, на кольцевую туманность, которая произошла из планетарной эллипсоидальной туманности

путем перетекания газообразной материи от полюсов к экватору. Этот взгляд интересен в том отношении, что он напоминает гипогезу Сведенборга—вообще невероятную—о происхождении планет в Солнечной системе. Как увидим далее, мнение Истона весьма правдоподобно.

Звезды, различающиеся по возрасту, различаются и своим отношением к Млечному Пути. Скажем прежде несколько слов о развитии звезд, как оно нам представляется. Вначале материя звезды находится в состоянии туманности и при этом изливает свет, характерный для известных раскаленных газов, в особенности для двух легчайших—водорода и гелия, а также и для неизвестного газа — небулия. Потом эти газы сгущаются, и рядом с их светящимися линиями начинают выступать также темные линии. Звезды этого класса называются по именам открывших их ученых—Вольф-Райетовыми звездами. Они имеются только в непосредственной близости к Млечному Пути. На дальнейшей ступени развития находятся так называемые

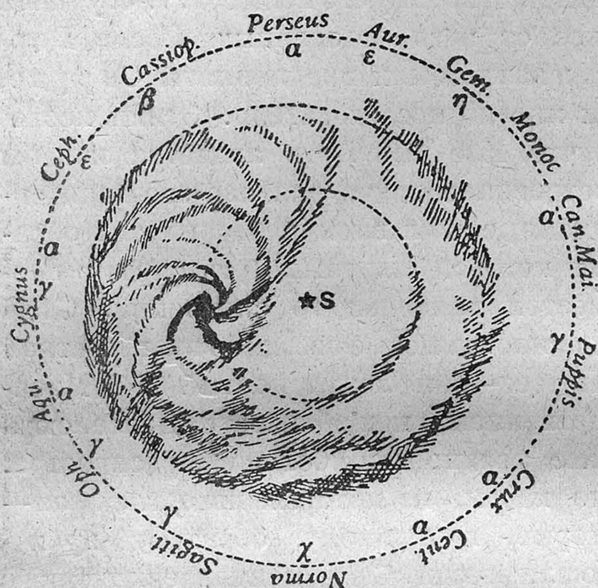


Рис 2. Изображение Млечного Пути в виде спиральной туманности по Истону.

гелийные звезды, в спектре которых господствуют линии гелия. Эти звезды чрезвычайно многочисленны в области Млечного Пути. Несколько равномернее распределены водородные звезды, которые все-таки находятся, главным образом, по близости от Млечного Пути; они характеризуются сильно выраженными линиями водорода и несколько более слабыми линиями гелия. Эти звезды находятся в более поздней стадии развития, чем гелийные звезды, и образуют вместе с ними класс белых звезд, названных так по своему белому свету. За ними идут желтые звезды, к которым принадлежит наше Солнце, с темными металлическими линиями в спектре. Они равномернее распределены, чем предшествующие; распределение красных звезд, обладающих

спектром с полосами поглощения, позволяющим установить наличность химических соединений и, следовательно, еще более подвинувшееся охлаждение, еще равномернее, хотя все-таки красные звезды несколько гуще сосредоточены в Млечном Пути, чем на некотором расстоянии от него.

Все это ясно видно из следующей статистики В. Пикеринга, знаменитого астронома в Бостоне. Пикеринг делит небесную сферу на четыре равные части, из которых первая ближе всех лежит к Млечному Пути и включает его, тогда как последняя обнимает полюсы Млечного Пути. Таблица дает процентное распределение звезд по этим четырем зонам.

Средняя галактическая широта.	Гелийные звезды.	Водородные звезды.	Желто-белые звезды.	Желтые звезды.	Красные звезды.
± 8,1°	51,2	37,4	29,7	29,4	26,7
± 21,6°	31,7	28,6	27,9	26,7	27,6
± 39,8°	11,9	18,3	21,1	21,9	23,6
± 62,3°	5,2	15,7	21,3	22,0	22,1
Число наблюденных звезд.	716	1885	1329	1719	457

Различия оказываются сильнее всего в двух первых группах, в трех последних они малы, хотя их нельзя отрицать. При равномерном распределении звезд по всему небу пришлось бы на каждую из четырех зон по 25%. Из этой обширной статистики, содержащей 6.106 звезд, вытекает с некоторой вероятностью вывод, что звезды в своей первой стадии развития находились в Млечном Пути и с течением времени, становясь старше, удалялись от него. Отсюда возникает мысль, что звезды произошли из неправильных туманных масс, которые находились в Млечном Пути и около него, что, другими словами, они возникли путем сгущения туманных масс, некогда находившихся в Млечном Пути. Это весьма хорошо согласуется с другими данными. С помощью спектроскопа было определено движение различных звезд по отношению к той точке, где теперь находится

Солнце. Это движение оказалось тем быстрее, чем старше были рассматриваемые звезды, как это видно из нижеприведенной таблицы, заимствованной, главным образом, из работ знаменитого астронома Кэмпбелля (Campbell). Вот какова средняя скорость:

Неправильных туманностей	0	кил.	в	сек.
Вольф-Райетовых звезд	4,5	»	»	»
Гелийных звезд	6,5	»	»	»
Водородных звезд	11	»	»	»
Желтых звезд	15	»	»	»
Красных звезд	17	»	»	»
Планетарных туманностей	25	»	»	»

В дополнение к этим цифрам, на основании новых исследований, можно добавить следующие соображения: звезды, принадлежащие к различным группам, лежат в различном среднем расстоянии от нас. Ближе всех к нам красные звезды, и потому они легче видимы, чем другие. Вот почему в эту группу статистики Кэмпбелля были внесены в среднем более мелкие звезды, чем в другие группы. Но вполне мыслимо, как принимает Гальм (Halm), что малые звезды обладают большею скоростью, чем большие, подобно тому как в смеси различных газовых молекул—с которою остроумный французский исследователь Пуанкаре сравнивает звездное скопление—самые тяжелые молекулы движутся наиболее медленно. У. С. Адамс, астроном обсерватории на горе Вильсон, сравнил между собою звезды одинакового среднего собственного движения, которые считаются равноотстоящими от нас, и, в подтверждение предположения Гальма, сделал следующую поправку вышеприведенных чисел: скорость водородных звезд была убавлена с 11 до 7,5 килом., желтых—с 15 до 9,2 килом. и красных звезд—с 17 до 14 килом. в секунду, тогда как гелийные звезды остались при прежней средней скорости. Последовательность звездных групп по их скорости через это не нарушается. Кэмпбелль сделал большое число измерений скоростей планетарных туманностей, при чем оказалось, что эти огромные тела обладают среднею скоростью не менее, чем 42 килом. в секунду по линии наблюдения. В недавнее время были сделаны интересные изыскания и относительно величайшей из неправильных туманностей—туманности Ориона. Три астронома в Марсели, Бурже, Фабри и Бюиссон, нашли, что совсем близко друг к другу

лежащие части туманности, вблизи так называемой трапеции, обнаружили разницу в скорости почти 10 килом. в секунду, при чем северо-восточная часть от нас удаляется, а, напротив, юго-западная часть к нам приближается. Судя по этому, здесь происходит, без сомнения, сильное вихревое движение. Это наблюдение подтверждено астрономом Фростом в Чикаго с помощью другого метода исследования. Он нашел в непосредственной близости от трапеции (самые удаленные пункты лежали от нее только в двух секундах дуги) различия скорости до 11 килом. в секунду. Таким образом, если неправильные туманности в среднем и неподвижны, в них все же могут иметь место значительные местные различия скоростей, что указывает, повидимому, на преобразование, ведущее к скоплению около центра вращения.

Прежде всего, если оставить в стороне планетарные туманности, то окажется, что материя, породившая звезды, за исключением местных нарушений, неподвижна и что средняя скорость звезд увеличивается с возрастом и приближается в среднем к 18 килом. в секунду. Это почти тысячекратная скорость обыкновенного скорого поезда. Наше Солнце движется со скоростью 20 килом. в секунду по направлению к одной точке в созвездии Геркулеса, лежащей на 30° к северу от экватора.

Что же это за сила, вызывающая движение звезд? Насколько мы знаем, это не что иное, как сила тяготения. Поэтому может показаться, что неподвижная туманная праматерия не подчинена силе тяготения. Однако подобное предположение было бы несколько смелым, так как и газы имеют вес и даже самые тончайшие части земного воздушного моря, притягиваемые землею, производят барометрическое давление. Эта неподвижность неправильных туманностей, конечно, имеет свою причину скорее в столкновениях газовых молекул, часто происходящих даже в таких разреженных газовых массах, какими являются туманности. Благодаря этому взаимно уравниваются их скорости, и, спустя немного времени, различные части газовых масс оказываются в состоянии покоя по отношению друг к другу. Таким образом, неправильные газовые туманности образуют вокруг Млечного Пути единое целое (срав. стр. 31). Иначе обстоит дело с более плотными небесными телами, как звезды. Они могут биллионы лет двигаться среди плотнейших скоплений звезд, прежде чем столкнутся с им подобным телом. Напротив, они могут попасть в туманные массы и тогда будут

ими постепенно поглощены. Звезды, о которых мы говорили выше, двигаются свободно вне туманной оболочки. Поэтому, чем дольше они пробыли под влиянием силы тяготения, не встречая помехи в столкновении с туманными массами, другими словами, чем продолжительнее время с момента их рождения из туманности, тем быстрее их движение. Их скорость (в среднем) не может, конечно, перейти известной границы, которая в нашей части небесного пространства составляет около 18 килом. в секунду. Измерения Кэмпбелля показывают, что для самых юных звезд (за исключением красных) скорость в плоскости Млечного Пути есть самая большая, что и понятно, так как в этой плоскости в наибольшем количестве находится притягивающая материя.

Еще бо́льшую скорость имеют планетарные туманности, хотя они, состоя из туманного вещества, находятся в начальной стадии развития.

Новые изыскания Слайфера и Кэмпбелля, равно как и М. Вольфа, показали, что планетарные и спиральные туманности также обладают скоростями, которые иногда доходят до сотен километров в секунду и в среднем значительно превосходят вышеприведенную среднюю для планетарных туманностей. Это показывает, что они иной природы, чем неправильные туманности, образующие первооснову Млечного Пути. Более близкое рассмотрение немногих—только 13—планетарных туманностей, исследованных американским астрономом Килером (Keeler) показало мне, что они приближаются к Млечному Пути от его полюсов с умеренною скоростью и потом, под действием силы тяготения, изгибают свой путь и с сильно возрастающей скоростью, наконец, вторгаются в ближайшую часть Млечного Пути. Нет сомнения, что бо́льшая часть этих небесных тел захватывается притягивающей силой туманностей или звездных масс Млечного Пути, которые многократно с ними сталкиваются и сметают лежащую на их пути материю. Такие выметенные места весьма часты в окрестностях Млечного Пути. Один из прекраснейших примеров — это так называемая Коконообразная туманность в созвездии Лебедя, где проникающая извне туманность оставила за собою темный канал, на фоне которого, по описанию немецкого астронома Вольфа, горит еще некоторое число крайне малых, очевидно, весьма далеко отстоящих звезд (рис. 3).

Большая скорость планетарных туманностей показывает, что они первоначально не принадлежали к системе Млечного Пути. Болин приходит из других оснований к тому же выводу. Несмотря на это, их больше вблизи Млечного Пути, чем в других частях неба. На первый взгляд можно было бы заключить, что они все-таки принадлежат к Млечному Пути, между тем как ясно, что они были привлечены к Млечному Пути силою тяготения. Одно из замечательнейших астрономических открытий последних годов было сделано Каптейном, ставшим благодаря этому открытию и другим важным работам одним из крупнейших современных астрономов. Он нашел, что пробегающие в окрестностях Солнца звезды принадлежат к двум большим группам, из которых одна приходит от созвездия Ориона, а другая, напротив, почти под прямым углом (100°) к нему — от созвездия Скорпиона. К первой группе принадлежат почти все исследованные гелийные звезды. Мы видели выше, что эти последние почти неподвижны по отношению к Млечному Пути, между тем как неправильные туманности совершенно неподвижны по отношению к Млечному Пути. Отсюда следует, что, если мы (как это и естественно) будем относить все астрономические измерения к Млечному Пути, то направленное к Солнцу движение первой звездной группы является результатом, главным образом, собственного движения Солнца по отношению к Млечному Пути. Каптейн показал, что данная закономерность для этой группы звезд выражена сильнее, чем для звезд вообще, так как гелийные звезды движутся наиболее медленно, желтые звезды наиболее быстро по отношению к Солнцу, а водородные звезды занимают среднее место. Это совершенно очевидно из рассмотрения собственной скорости звезд по отношению к Млечному Пути, которая поднимается от гелийных звезд до звезд желтых.

Каптейн нашел в этой звездной группе еще другую легко объяснимую закономерность. Как сказано выше, желтые звезды удалены наиболее, гелийные звезды—наименее от своего первоначального места в недрах Млечного Пути. Поэтому желтые звезды в среднем как будто разбегаются от точки, лежащей дальше от Млечного Пути, чем та, откуда разбегаются водородные звезды, которая, в свою очередь, опять-таки лежит дальше от Млечного Пути, чем точка, откуда разбегаются гелийные звезды. Желтые звезды движутся с своей сравнительно большой скоростью в различных направлениях, и отсюда ка-

жется, что их поток рассеян больше, чем поток водородных звезд, тогда как гелийные звезды движутся по путям почти параллельным и противоположным тому направлению, в котором движется Солнце к Млечному Пути.

Подобные закономерности найдены Каптейном и у второй группы. Следовательно, как полагает Каптейн, и эти звезды произошли из массы первичной туманности, которая из неизвестных далей достигла наших пространств в то время, когда образовывались эти звезды. И здесь, вероятно, желтые звезды удалились больше от первичной туманности, чем белые водородные звезды. В этой второй группе имеется так мало гелийных звезд, что для них невозможна еще достаточно надежная статистика.

Одной из труднейших задач космогонии является вопрос о происхождении Млечного Пути. Мы видим почти ежегодно, как загораются новые звезды, чтобы в скорости побледнеть и после нескольких лет снова стать невидимыми для невооруженного глаза. Часто можно еще обнаружить при помощи могущественных инструментов какую-нибудь крайне слабую звезду на месте новой. Чаще всего через несколько месяцев после вспыхивания образуется туманность, подобная планетарным туманностям, которая затем преобразовывается в Вольф-Райетову звезду. Особенно интересна обнаруженная недавно Райтом принадлежность центральных звезд в некоторых планетарных туманностях к типу Вольф Райетовых звезд. Есть много оснований думать, что новые звезды вспыхнули вследствие столкновения между двумя слабыми по свету или, может быть, погасшими небесными телами. Как раз новые звезды появляются на небе там, где звезды распределены очень плотно, особенно в Млечном Пути и по близости к нему.

Итак, нам приходится от времени до времени наблюдать возникновение туманности с заключенными в ней центральными звездами. Это напоминает Млечный Путь с его туманностями и звездами, что и вызвало попытку в указанном сходстве искать пути к решению загадки Млечного Пути. Однако здесь возможно возражение, что звезды, столкновение которых дает «новые звезды», весьма малы, повидимому, меньше, чем наше Солнце, между тем как собранная в Млечном Пути масса, повидимому, в миллиарды раз больше массы Солнца. Мы, конечно, знаем отдельные звезды, как, напр., Арктур, которые, повидимому, в тысячу раз больше Солнца, но, с одной стороны, даже

две такие звезды не дают массы Млечного Пути, а с другой стороны, вероятность, чтобы встретились две таких огромных звезды, так мала, что с нею можно не считаться.

Звездные рои Каптейна, содержащие многие тысячи, наверно, даже миллионы звезд, как будто указывают на путь к разрешению загадки Млечного Пути. Эти скопления были когда-то огромными газовыми массами, наверно, в миллионы раз больше, чем солнечная масса. Они занимали также пространство в биллионы раз больше, чем у звезд. Вероятность, что встретятся две такие массы, относительно велика, и, должно быть, немного меньше вероятности, что звездный рой попадает в Млечный Путь, а Каптейн как раз показал, что это вполне возможно.

Если сталкиваются две такие исполинские газовые массы, с той и другой стороны с космическою скоростью около 20 километров в секунду, то через очень короткое время газовые молекулы сталкивающихся частей перестают двигаться попрежнему. В этой области происходит чрезвычайное сгущение и нагревание, тогда как в других местах газовые массы, находясь в стороне от столкновения, остаются относительно холодными и разреженными. Само собою разумеется, что наступает некоторое выравнивание движений между прилегающими друг к другу слоями столкнувшихся и оставшихся нетронутыми частей и происходит их быстрое вращение вокруг оси, лежащей под прямым углом к плоскости первоначальных направлений движения. Наиболее удаленные от оси вращения газовые массы продолжают свои движения в пространстве в первоначальных направлениях. Горячие части, находящиеся вблизи от оси вра щения взаимно выравнивают свои движения и образуют вращающуюся газовую чечевицу. Промежуточные газовые массы описывают пути, кривизна которых уменьшается с расстоянием. Так произошла исполински-огромная спиральная туманность.

Ясно, что таково может быть происхождение Млечного Пути. Вследствие своей величины он мог постепенно притянуть как массы блуждающей кругом космической пыли, так и малые, а иногда и большие небесные тела в роде планетарных туманностей, о которых сказано было выше.

Насколько хорошо Млечный Путь подходит под понятие спиральной туманности, видно из изображения известной туманности в Гончих Собаках (№ 51 в Каталоге Мессье), фотография которой была получена с доселе недостижимым богат-

ством деталей при помощи превосходнейших оптических средств в новой обсерватории Карнеги, на горе Вильсон в Калифорнии (рис. 4). Еще раньше сравнивали Млечный Путь с этой туманностью, но в силу малых увеличений это бьющее в глаза сходство не могло быть обнаружено с такой очевидностью. Если допустим, что Солнце находится в точке S фигуры, несколько выше ее плоскости, туманность оттуда представится в перспективе почти такою же, как является нам Млечный Путь. В середине мы видим плотное ядро и слева от него промежуток между обеими ветвями внутренней спирали. Далее влево видна только внешняя спираль, которая еще левее расширяется и ближе подходит к S, потом суживается, чтобы опять расшириться в нижней правой части спирали вследствие больших скоплений вещества. Оси туманности соответствует самая плотная часть Млечного Пути в Лебеде; просвету у самой внутренней спирали — пустое пространство между Кассиопеей и Цефеем; глубоко удаленному месту во внешней ветви спирали — сужение при Альгенибе; следующему затем расширению — широкая часть в Возничем и в Единороге. У следующего затем более слабого места в туманности видно внешнее туманное ядро, которое в известной степени соответствует Магеллановым Облакам на нашем звездном небе; действительно, эти последние лежат далеко от Млечного Пути и тоже, повидимому, не стоят с ним ни в какой связи. Далее идет уплотнение туманности, которому в нашей системе соответствует гораздо более слабое, однако сильно светящее, хорошо известное место при Южном Кресте. Потом, у звезды Альфа Центавра, ближайшей к Солнцу неподвижной звезды, отстоящей от него «только» на $4^1/_2$ световых года, или приблизительно на сорок биллионов километров,— следует раздвоение спирали Млечного Пути, и—удивительно!— ему соответствует и раздвоение туманности. Тут начинается внешняя спираль, которая тонкою полосой простирается вверх от туманных скоплений и видна как слабая лента, тогда как внутренняя ветвь имеет над S чрезвычайно плотную часть, которая соответствует части Млечного Пути в Щите и в Орле. Промежутку между этими двумя ветвями соответствует промежуток в 110° длины между ветвями Млечного Пути от созвездия Угломера до созвездия Лиры. Между обеими ветвями проходят по Вольфу многочисленные слабые соединительные полосы как в Млечном Пути, так и в туманности. Сходство сверх всякого ожидания прекрасное. Конечно, есть отдельные частно-

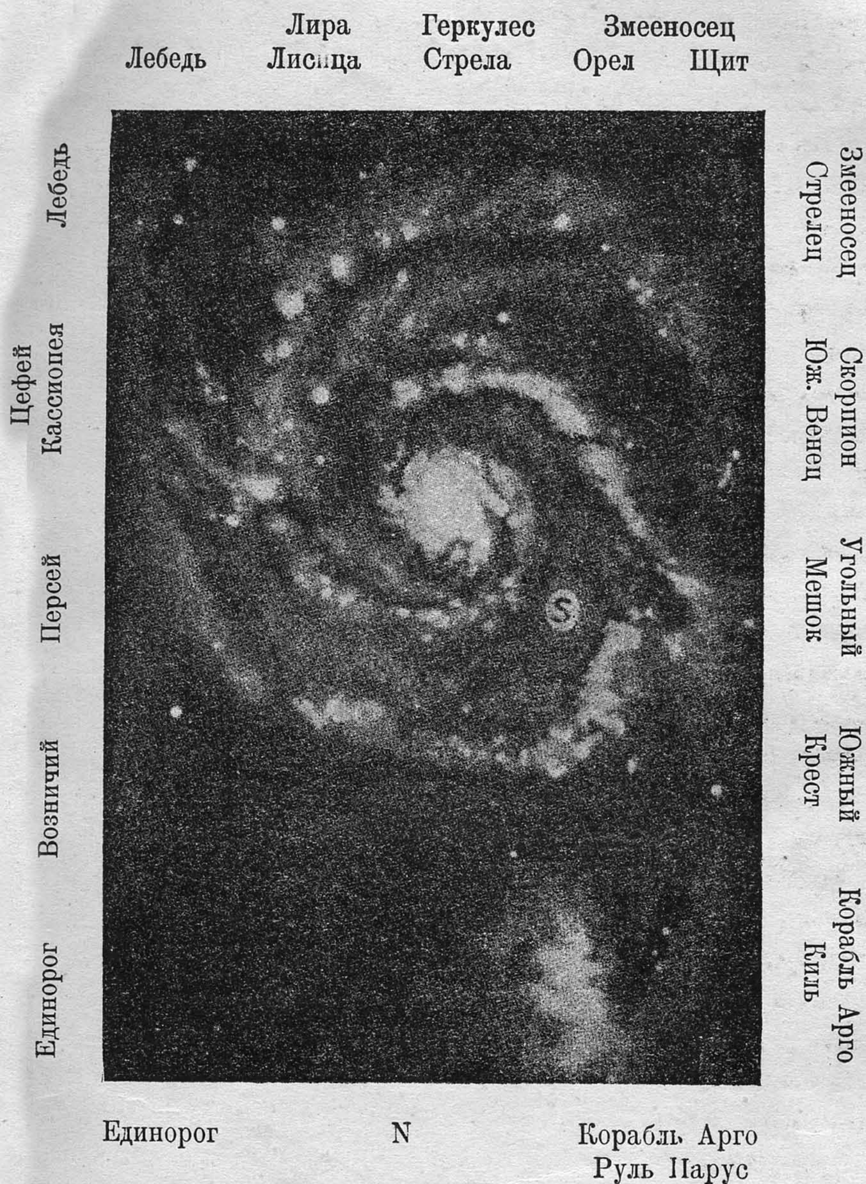


Рис. 4. Спиральная туманность в Гончих Псах, М. 51, снятая 7 и 8 февраля 1910 г. на г. Вильсон в Калифорнии.

Масштаб: 1 mm = 5 дуг. сек.

сти, нарушающие сходство. В особенности центральная часть в Млечном Пути играет сравнительно подчиненную роль, что доставило много затруднений для приверженцов теории спиральных туманностей.

Эта часть была, вероятно, первоначально плотнее, но была ослаблена образованием звезд, благодаря чему, например, мог возникнуть просвет между созвездиямм Лиры и Лисицы.

Чтобы дать ясную картину строения Млечного Пути, я воспроизвожу некоторые фотографические снимки немецкого астронома Вольфа, имеющего особенные заслуги в этой области. Снимки были сделаны в Гейдельберге. Один снимок (рис. 5) представляет часть Млечного Пути в Лебеде с Денебом в середине, а слева от него известное туманное пятно, названное по своему виду туманностью Северной Америки. Выше Денеба лежит мрачная «пустота» в Лебеде, а ниже щель, однако не такая темная. Влево от пустоты лежит кривой канал, который включает вышеупомянутую Коконообразную туманность.

Следующий снимок представляет яркую звезду Альтаир в Орле, слева вверху (рис. 6), совсем рядом с уплотнением ветви Млечного Пути в Орле. Несколько выше проходит более слабая ветвь Млечного Пути через созвездие Змееносца. Нижняя часть содержит наиболее яркую часть Млечного Пути в Щите и в Стрельце. Большие звезды менее многочисленны, но более слабые — бесчисленны. Они собраны в тесные скопления и между ними рассеяна тончайшая звездная пыль. Мы видим, как звездная лента разрешается в отдельные хлопья, которые спутываются друг около друга в самых странных формах. В самой нижней части снимка это звездное облако достигает своего наибольшего блеска.

Следующее изображение (рис. 7) области звезды Гамма в Орле с так называемой по своему особенному виду «тройною щелью», около которой находятся большие туманности и звездные облака, дается по снимку Вольфа в увеличенном масштабе. Этот снимок является дополнением к фотографии Коконообразной туманности по Вольфу, но он богаче содержанием. Он производит впечатление, как будто здесь три (или четыре) небесных тела пришли извне, смели на своем пути звезды и оставили за собою чистые улицы. Вероятно, подобным образом образовались и другие «пустые места» поблизости. Некоторые, наоборот, полагают, что здесь темные туманные полосы соотве-

ствующих форм скрывают находящиеся за ними звезды. Эти изображения дают нам представление о том, как существующие теперь звезды Млечного Пути выделились из первичной туманной массы. Так и напрашивается сравнение с свертывающимся или заквашивающимся молоком. Знаменитый французский исследователь Дюкло говорит в своей микробиологии: «В молоке, которое накануне закисания, но еще вполне жидко, можно видеть в микроскоп выделение маленьких точек. Вначале их трудно заметить и можно обнаружить только путем небольшого сдвига поля зрения. Потом они развиваются до совершенно отчетливых зернышек, отличающихся броуновым движением, которые ведут себя совершенно одинаково с маленькими частицами глины. Позднее явление принимает характер быстро развивающегося молекулярного скопления. Зернышки обнаруживают также и другое свойство частиц глины — соединяться и выпадать».

Первые ядра сгущения туманной массы состоят, без сомнения, из пришедшей извне космической пыли и, может быть, являются также большими аггрегатами, соответствующими метеоритам и кометам. При господствующей низкой температуре на поверхности частиц пыли осаждаются в жидкой форме окружающие газы, и благодаря этому влажному поверхностному слою частицы склеиваются, пока они не образуют столь большого скопления, что сила притяжения делается достаточно большой для преодоления отталкивающего действия светового давления. Будучи остановлены в своем собственном движении газовыми массами, они начинают, благодаря силе тяготения, сближаться друг с другом. Это движение сопровождается развитием теплоты. Так появляются малые звезды, собирающиеся в группы, между которыми залегают темные пространства, содержащие сравнительно мало материи, почти так, как сыворотка между зернами в закисающем молоке. Вначале эти малые небесные тела бывают окружены газами и пылью, но по мере конденсации эта оболочка уменьшается. Фотографические снимки показывают нам большие скопления пылевых облаков вокруг больших звезд в Плеядах, принадлежащих к гелийным звездам. Однако эти облака настолько разрежены, что только в малой степени могут помешать движению больших звезд по мировому пространству. Конденсация идет гораздо быстрее, если объемистые газовые туманности, подобные Коконообразной туманности, перемещаются в пространстве. Наконец, все газы

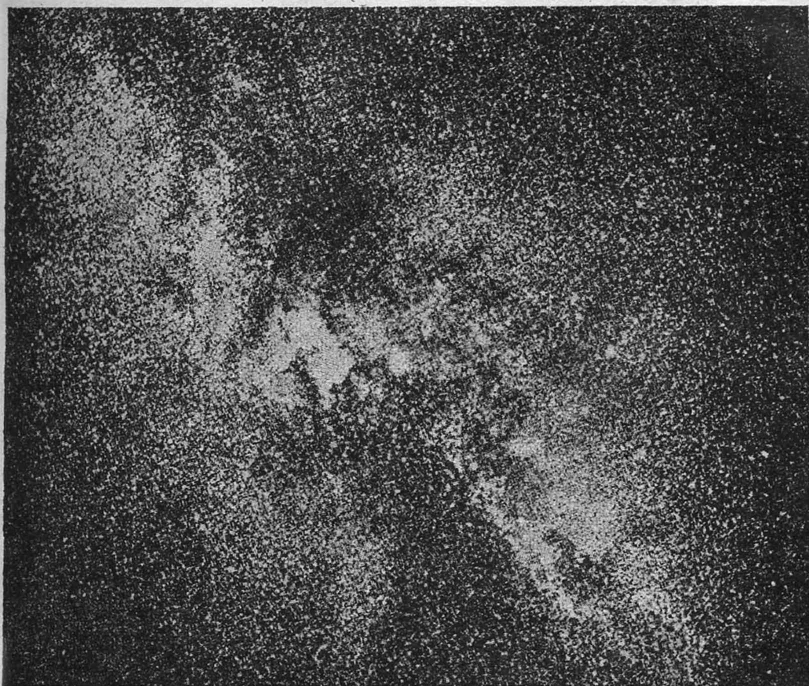


Рис. 5. Млечный путь между Кассиопеей и Лебедем по фот. М. Вольфа в Гейдельберге. Несколько влево от средины видна прекрасная туманность Сев. Америка.



Рис. 6. Млечный путь в созвездиях Орла сверху и Щита снизу. Слева сверху видна яркая звезда Альтаир. Фот. М. Вольф в Гейдельберге.

захватываются новой звездой, т.-е. ее газовая и пылевая оболочка доводится до крайнего разрежения, так что с другого небесного тела ее невозможно видеть, и она делается заметной, может быть, только в ближайших окрестностях. Маленькие небесные тельца, захваченные позднее вследствие трения слабого остатка раньше широко распространившейся оболочки, странствуют как планеты вокруг нового солнца и выметают последние остатки материи в окружающем его пространстве. Конденсация туманного вещества к новой звезде производит, таким образом, «дыру» в туманной массе; часть туманности мало-помалу превращается в звезды и их спутники, которые выделяются из туманности и улетают в пространство.

Млечный Путь, повидимому, находится уже на весьма далеко подвинувшейся стадии своего развития. «Бесконечно-малое» выказывает иногда поразительное сходство с «бесконечно-великим».

Мы теперь в состоянии составить некоторое представление о развитии удивительного целого, к которому принадлежит бо́льшая часть видимых нами небесных тел. Спиральные туманности, которые мы видим около полюсов Млечного Пути, вероятно, такие же образования, но более скромных размеров. Они относятся к Млечному Пути, как, может быть, малые планеты к Солнцу. По новым изысканиям, спиральные туманности как будто обладают чрезвычайно большими скоростями и поэтому, вероятно, пришли к Млечному Пути извне.

В недавно появившейся работе Ф. Г. Пиз (Pease) (из обсерватории на горе Вильсон в Калифорнии) показывает, что спиральная туманность N. G. C. 4594 вращается вокруг оси, как вполне твердое небесное тело, т.-е. угловая скорость вращения везде одна и та же. Вероятно, он наблюдал только центральное ядро этой спиральной туманности. Именно его коллега ван Маанен нашел почти одновременно, что спиральная туманность Мессье 101 ведет себя совершенно иначе,— ван Маанен измерил движение только ветвей спирали. Оказывается, что с удалением от центра туманности, уменьшается не только угловая скорость частей туманности, но и линейная скорость. Эта скорость так велика, что внешние части туманности теряют связь с центральными частями и уходят в бесконечное пространство. Судя по этому, движения соответствуют выводам на странице 27. Исследованная Пизом туманность удаляется от солнца с исполинскою скоростью 1.180 ки-

лометров в секунду. Наибольшие наблюдаемые в ней скорости вращения достигают не менее, чем 450 килом. в секунду.

В заключение—еще слово о размерах Млечного Пути. До сих пор их еще нельзя было определить, и все даваемые числа ненадежны. **Вольф** считает его поперечник, т.-е. расстояние между обеими спиралями у той точки, где находится Солнце, почти в десять тысяч раз большим, чем расстояние нашего Солнца до ближайшей неподвижной звезды, Альфы Центавра[1]), которое, в свою очередь, в 10.000 раз больше расстояния между Солнцем и самой крайней из известных планет, Нептуном, или в 300.000 раз больше расстояния Земли от Солнца. Это составило бы, выражаясь обычным языком, около 40.000 световых лет или 400.000 биллионов километров. Расценка **лорда Кельвина** меньше в семь раз, около 6.000 световых годов. Средний поперечник может быть и в пять раз больше—скажем круглую цифру—сто тысяч световых годов или миллион биллионов километров.

Некоторые новые изыскания **Шепли** (Shapley), астронома обсерватории на горе Вильсон, бросают новый свет на этот вопрос. В некоторых звездных кучах нашли много переменных звезд, которые принадлежат к классу так называемых Цефеид. И вот оказалось, что по определениям **Бэйли** (Bailey) различные Цефеиды в звездной куче Мессье весьма похожи друг на друга, потому что их яркости, как среднее наибольшей и наименьшей яркости, весьма мало отличаются друг от друга, тогда как другие звезды в той же звездной куче могут быть распределены по десяти степеням яркости. Кроме того цвет Цефеид для всех почти одинаков. Отсюда можно сделать вывод, что, вероятно, все названные Цефеиды—числом 110—весьма сходны друг с другом по массе, объему и температуре, равно как и по другим физическим свойствам.

---

[1]) Известный американский астроном **Барнард** открыл недавно весьма малую звезду (величина 10,5) в созвездии Змееносца (прямое восхождение 17^h $58,7^m$, северное склонение 4° 2′,4 на 1 янв. 1916), которая почти так же далеко отстоит от нас, как Альфа Центавра. Она имеет величайшее известное собственное движение: 10,3 угловых секунд за год—49 кил. в сек. соответственно. Она приближается к Солнцу с весьма большой скоростью 91 килом. в секунду. Другая звезда 13 величины, которая отдалена от Альфы Центавра на 2° 13′ и имеет такое же собственное движение, как и эта звезда, была открыта **Иннесом** (Innes) и названа «Proxima Centauri», так как она на 10 процентов лежит к нам ближе, чем Альфа Центавра.

Таким же образом были исследованы и другие звездные кучи, и для каждой звездной кучи оказалась определенная степень яркости содержащихся в ней Цефеид — при этом были исключены те, которые обладают периодом длиннее одного дня. Отсюда один шаг до предположения, что Цефеиды и в различных звездных кучах обладают одною и тою же абсолютною яркостью, хотя и представляются нам различными по яркости благодаря различным расстояниям. Таким образом, представляется возможность определить относительную удаленность соответствующих звезд.

Однако только немногие звездные кучи содержат переменные звезды. Для определения относительных расстояний других звездных куч пришлось найти новый метод. Оказалось, что средняя яркость наиболее ярких звезд стоит в некотором определенном отношении к яркости Цефеид (первая превосходит вторую на 1,35 величины). Следовательно, по средней величине наиболее ярких звезд в звездной куче возможно определить их относительные расстояния от нас.

Следующим шагом является предположение, что другие Цефеиды, которые не лежат в звездных кучах, но принадлежат к системе Млечного Пути, тоже равны между собою. Различные звезды этого рода были исследованы — их было рассмотрено около 140 — и было определено их расстояние от нас в световых годах. Тогда оказалось возможным определить с большим приближением абсолютные расстояния звездных куч. Эти расстояния гораздо больше, чем расстояния обыкновенных звезд. Цефеиды тоже лежат большею частью гораздо (в среднем от двух до трех раз) дальше от нас, чем звезды десятой величины, которые удалены от нас, в среднем, почти на 800 световых годов (или 8.000 биллионов километров, или в 50 миллионов раз дальше солнца). Звездные кучи только в редких случаях находятся внутри области с радиусом в 5.700 световых годов по обе стороны средней плоскости Млечного Пути, содержащей огромное большинство известных небесных тел. Слайфер (Slipher) своими измерениями скоростей звездных куч показал, что они в большинстве случаев (семь из восьми) приближаются с огромными скоростями к нам и, вероятно, к средней плоскости Млечного Пути. А потому отсутствие звездных куч в названной области является поразительным. Шепли высказывает предположение, что они во время приближения к области Млечного Пути разлагаются и превращаются в открытые звездные

кучи, обычные в этой области. Такая куча должна соответствовать одному из каптейновых звездных роев, а может быть, и оба роя представляют собою разложившиеся звездные кучи, из которых одна включает Солнце, равно как и главную массу известных звезд, а другая двигается в плоскости Млечного Пути. Местная звездная группа, к которой принадлежит Солнце, включает почти все гелийные звезды ярче седьмой величины, преобладающее большинство водородных звезд, а также большие количества желтых и красных звезд. Центральная плоскость этой группы лежит на расстоянии не более, а, вероятно, гораздо менее 30 световых годов к югу от Солнца. Действительная плоскость Млечного Пути лежит почти в 175 световых годах к югу от центра местной группы, поперечник которой равен приблизительно 2.500 световым годам.

Шарообразные звездные кучи, между которыми ближайшая, Омега Центавра, удалена от нас почти на 23.000 световых годов, образуют тесное скопление, лежащее между плоскостями, параллельными плоскости Млечного Пути и расположенными от нее на расстоянии 5.700 световых годов. Это показывает, что наша местная система, которая принадлежит к системе Млечного пути, связана с системой звездных куч. Эта система имеет центр, удаленный от Солнца почти на 65.000 световых годов, и лежит в направлении к созвездиям Стрельца и Скорпиона. Поперечник этой огромной системы содержит, по крайней мере, 300.000 световых годов.

Итак, по этим новейшим изысканиям Шепли (1918), звездные кучи принадлежат, некоторым образом, к системе Млечного Пути, поперечник которой сообразно с этим нужно принять, по крайней мере, в 300.000 световых годов. То, что мы до сих пор принимали за систему Млечного Пути, есть только малая часть этого огромного образования, необъятно-исполинские размеры которого раскрываются нам чрез исследования звездных куч. Отдельные звездные кучи обладают размерами того же порядка, как размеры скопления звезд, принадлежащих к системе Млечного Пути, за исключением планетарных туманностей и звездных куч.

Подобно огромной медузе, Млечный Путь плывет по бесконечному эфиру. Его размеры относятся к размерам земного шара, как размеры этого последнего к размерам атома. Ирландский физик Фурнье д'Альб (Fournier d'Albe) называет небесные системы атомами, из которых строятся великие мировые

системы, в роде Млечного Пути, подобно тому, как Земля и и другие светила построены из невидимых для нас атомов, величина которых, впрочем, определена с величайшей точностью.

В поэтическом порыве Фурнье д'Альб не задумывается приписать жизнь организму Млечного Пути. Да и нельзя оспаривать, что здесь есть некоторая аналогия с живым существом. Большая туманность произошла из соединения двух индивидуумов, двух туманностей, встретившихся во время своего странствования по мировому пространству. Тогда проявил себя Новорожденный, вытянул свои руки в холодных волнах эфира, и рос он и питался более мелкими созданьицами, которых приносил ему удар волн. Теперь он стоит на высоте своего развития и начинает подвергаться распадению на свои молекулы, т.-е. солнечные системы. Они же, построенные из своих атомов, т.-е. планет, стремительно вырываются и в мощном юношеском упоении пробегают пространство и живут своею собственною обособленною жизнью. Постепенно они, под влиянием давления излучения, распадаются отчасти в пыль, которая послужит пищею для новой, свежей в своей юности туманности. Уделом большинства их будет смерть от холода, и только через столкновение с какой-нибудь туманностью или с более плотным небесным телом настанет пробуждение для новой жизни форме «новой звезды». Таким образом эти юные небесные тела будут снова пробегать круг бытия и после жизни, которую, принимая во внимание их размеры, надо исчислять в миллионы биллионов лет, дадут жизнь новым небесным телам. И этот круговорот будет вечно повторяться.

ГЛАВА III.

Климатическое значение водяного пара.

Около 2.300 лет тому назад Аристотель, бывший почти два тысячелетия единственным авторитетом в науке, принял за основные начала своего понимания природы влажность и теплоту с их противоположностями. Четыре элемента, из которых по его мнению состояло все, были: земля — со своими свойствами сухим и холодным, вода — элемент сырой и холодный, воздух — сырой и теплый, и, наконец, огонь — сухой и теплый. Без сомнения, Аристотель руководился при этом условиями жизни органических существ, которые не могут обходиться без теплоты и влажности. Повидимому, думали вообще, что вся жизнь первоначально возникла из моря, а потому влажность является для нее первой предпосылкой и на суше. Холод разрушает жизнь, теплота содействует ей, однако самая удобная для развития жизни температура — от 35 до 40°, между тем как повышение за этот предел вредно, так что температура кипения воды гибельна для жизни еще в бóльшей мере, чем понижение температуры ниже точки замерзания. Геологи также нашли, что различные периоды развития Земли наилучше характеризуются своею влажностью или сухостью. Чтобы получить ясное представление о значении влажности или сухости периодов или местностей для развития жизни на земной поверхности, мы вкратце пересмотрим весь имеющийся у нас материал.

Каждый из нас знает подавляющую, насыщенную влажностью теплоту, которая охватывает нас при входе в теплицу. Она благоприятна для жизни растений и нисших животных, но для высших животных она невыносима. Только под тропиками мы имеем те же условия на открытом воздухе. Особенно отличаются сырою теплотою и питаемою ею сказочною расти-

тельностью область Конго и прилегающие к Амазонке части Бразилии. Вот описание такого климата, заимствованное у величайшего из ныне живущих климатологов, Юлиуса Ганна: «Разница в температуре между самыми холодными и самыми теплыми месяцами в Конго весьма мала, между $^1/_2$ и 5 градусами, в среднем около трех с половиной градусов. Различие в теплоте между днем и ночью втрое больше: 9,5°. Сухое время года становится все короче по мере приближения к экватору; в Экваторвилле и в Бангала его совсем не бывает. В свободные от дождя месяцы по утрам и вечерам расстилается над саваннами густой сырой туман. Часто в течение недели Солнце закрыто густыми, низко нависшими облаками. Только в дождливое время, в промежутки между ливнями, можно видеть ясное небо. Дождливое время начинается и заканчивается страшными, приходящими с востока грозами. В Лулуабурге грозы бывают не менее чем 106 дней в году. В сухое время года западный ветер приносит с собою облака пыли, которая низвергается на землю. Облачность в области Конго весьма велика—там, собственно, ни в одном месяце не бывает ясного неба. Облачный покров неба доходит в Виви до 74% и колеблется между 63% в августе и 83% в ноябре. Влажность равным образом весьма велика; она колеблется в Виви между 70% и 79%, в среднем 75%; в Болебо достигает даже 79%. В продолжение дождливого времени зной бывает иногда невыносимо подавляющий. Удушающие испарения подымаются от разлагающихся в сырости остатков растений. Годичные осадки не достигают особенной высоты; они колеблются между 120 и 180 сантим. В соседнем Габуне небо в течение сухого времени почти постоянно покрыто тучами.

«Соответствующие страны Южной Америки отличаются отчасти еще бо́льшею сыростью: в Иквитос на Амазонке она поднимается не менее, чем до 83%. Годичная разница температуры составляет только около 5°. В Пара (1,08° южной широты у морского берега) она опускается до 1—1,5°. Между днем и ночью различия в температуре бывают обыкновенно значительно больше. В продолжение дождливого времени небо в промежуток между ливнями очень ясно. Во внутренних частях Гвианы дождливое время продолжается от конца апреля до июля или августа. В свободное от дождя время падает обыкновенно сильная роса, чем сильно поддерживается влажность. Солнце и Луна видимы редко; исполинские грозы означают начало дождливого времени».

Повидимому, таковы были отношения и в каменноугольный период, отличавшийся роскошной растительностью. Могучие стволы тогдашних деревьев падали на покрытую водою почву, на которой они выросли, и этим предохранялись от гниения. Вместо того они превращались в уголь, как торф в наших теперешних болотах. Поэтому раньше полагали, что температура тогда была не особенно высока, Фрех оценивал ее в 12°. Но после того, как на Цейлоне было открыто торфяное болото, описанное Кейльгаком (Keilhack) в 1914 году,—а там средняя годовая температура определялась в 26°, — приходится вернуться к прежнему предположению о гораздо более теплом климате, основанному на растительности в каменноугольный период. По ископаемым видам растений, сохранившимся от того периода, можно предположить, что тогда господствовала почти одинаковая температура на всей земле. Картгауз думает, что воздух в то время испытывал только очень слабые перемещения, потому что тогдашние деревья с исполинскими стволами, при своей весьма слабой системе корней, не могли бы противостоять более сильным ветрам. Небо было закутано постоянным густым облачным покровом, который пропускал только слабый свет для земли. Неподвижный воздух был почти постоянно насыщен влажностью. Роскошь растительности, превосходящая все, что мы знаем в настоящее время, указывает на благоприятное для растений высокое содержание углекислоты в воздухе. Этот факт, вместе с влажностью и густым облачным покровом, был причиною, что солнечная теплота почти совершенно задерживалась в высших слоях воздуха, где вследствие этого получалась сильная циркуляция. Вследствие этого почти совершенно выравнивалась температура между полюсами и экватором, и под облачным покровом господствовала день и ночь, лето и зиму равномерная теплота. Почти спокойно стоящий воздух наполнялся при малейшем изменении температуры густыми туманами. Недостаток света препятствовал развитию цветов; тогдашние растения принадлежали, главным образом, к классам папоротников и хвощей. Хвойные деревья были относительно еще очень слабо представлены. Отношения в болотистых областях, в которых развивалась растительность, были почти такие же, как в какой-нибудь теплице, окна которой завешены плотным покрывалом и в которой поэтому господствует непрерывный сумрак.

Под влиянием этого климатического однообразия растительный мир развивался гораздо сильнее, чем животный. Густые облачные массы, вследствие своего испарения в верхних слоях, получали в экваториальных областях большие количества теплоты, и водяной пар, а с ним и теплота переносилась верхними сильными течениями воздуха в более холодные страны, где образовывались новые облака. Перемещение теплоты, выполняемое теперь, главным образом, морскими течениями, которые, напр., дают норвежскому морскому берегу и почти всей Западной Европе столь мягкий и столь благоприятный для жизни и культуры климат, тогда производилось посредством влажных воздушных течений. Эти последние проходят гораздо быстрее и равномернее, чем морские течения,—они не задерживаются и не отклоняются морскими берегами и островами, а вследствие этого производят чрезвычайно равномерное распределение температуры и создают всюду морской климат. И в настоящее время господствует на высоте около 10.000 метр. подобным же образом выравненная температура в так называемой стратосфере, но она весьма низка, только около —60°С, стало быть, в ней нет сколько-нибудь значительного количества водяного пара и, следовательно, никакого повода к образованию облаков. Итак, количество теплоты, циркулирующее в настоящее время в высших воздушных слоях, совсем недостаточно, чтобы повлиять на лежащие внизу воздушные массы. Температура этих последних исключительно зависит от нагревания земной почвы чрез солнечное излучение, если не происходит никакого выравнивания чрез морские течения. Это, напр., имеет силу для лежащих к югу от 30° южной широты частей южного полушария, почти вполне покрытых водою. Само собою разумеется, что в продолжение всего каменноугольного периода тоже существовало различие между полюсами и экватором, но оно было весьма незначительно, может быть, около 10°. Несомненно, что образование угля происходило, главным образом, там, где климат почти не менялся в течение целого года.

В настоящее время широко распространена противоположная климатическая крайность, сухой климат пустынь: эта крайность известна во всех частях света, кроме Европы, где едва ли может быть речь о пустынях, но есть степи, где растительность роскошно распускается во время весенних дождей, но скоро исчезает в засухе лета. Есть особенный род растений, приспо-

собившийся к этой периодической смене дождей и сухости, сурового зимнего холода и жгучего летнего зноя. Многолетние растения и, особенно, деревья вообще не могут расти при этом резко меняющемся климате. Напротив, животный мир вполне к нему приспособился и прекрасно развивается.

«Степной климат является только переходной формой к чистому пустынному климату, который гибелен для всякой жизни. Дневные, равно как и годичные колебания температуры здесь огромны. Вблизи экватора годичные, вблизи полюсов ежедневные колебания выражены менее сильно, что является следствием равномерного солнечного излучения в соответствующие времена. В Сахаре ежедневная вариация часто достигает от 30° до 40°. Самая низкая, наблюдавшаяся Фуро-Лами (Foureau-Lamy) в 1898—99 г.г. температура воздуха была —20°, что приблизительно соответствует прибрежным областям на юге Балтийского моря. Самая высокая температура была + 48°. Таким образом, разница оказывается почти в 70°. В верхнем Египте (21,9° сев. шир.) средняя температура колеблется между 16,3° в январе и 34,1° в июле, тогда как далее к экватору, в центральной Африке (8,1° сев. шир., 23,6° вост. долг.), разница равна только 6,9°: между 22,7° в декабре и 29,6° в апреле. В Кяхте в Сибири (50,4° сев. шир., 106,5 вост. долг.) годичная разница достигает 46° (в январе —26,6° и в июле + 19,1°). На континентальных станциях среднее дневное колебание температуры воздуха доходит до 12°, между тем как дневное колебание температуры поверхности земли может доходить до 50°, а в пустынях делаться еще больше. В Сахаре еще в мае, при максимальной дневной температуре до 50°, ночью может быть мороз. В Швеции разница между самой высокой и самой низкой температурой в среднем от 6° до 7°, с максимумом 10,4° в июле и минимумом 4° в ноябре. Напротив, Свен Гедин во время своего путешествия в Тибет в 1899—1902 г.г. нашел среднее ежедневное изменение в 19°, вполне независимо от высоты над уровнем моря.

«Под влиянием резкой смены большого дневного зноя ночным холодом скалы растрескиваются, и там, где нет связующей растительности, их обломки мало-по-малу размалываются в пыль и песок беспрепятственным действием ветров. Свен Гедин в описании своего последнего путешествия в азиатские пустыни дает весьма наглядное изображение этого процесса. Источенные песчаными ураганами горы подобны развалившимся руинам,

памятникам древней горной страны. Песок в Восточном Туркестане отчасти размолот так тонко, что после ураганов пыль еще в течение дня может оставаться парящей в воздухе и производить великолепные красные закаты солнца. Ветер сметает песок в длинные дюны, передвигающиеся далее по направлению ветра. Песок содержит железо, и потому в более крупных зернах он красный, а как тонкая пыль — красновато-желтый. Если он делается сырым, то принимает цвет от бурого до черного. После выпадения дождей текущая к балке вода увлекает с собою пыль и песок, как глинистую массу, которая при ссыхании постепенно превращается как бы в замешенное тесто и, подобно глетчеру, медленно скользит по покатостям вниз, чтобы, наконец, влиться в какое-нибудь большое плоское углубление, которое она заполняет. Такие скопления ила называются в Персии «кевирами». Они делаются у поверхности сухими, но сохраняют внутри свою влажность. Вследствие испарения воды содержание соли в них достигает высшей концентрации, и в сухую пору они распадаются на белые куски. В других местностях, напр., в бассейне реки Тарима, иногда вода выступает в самых глубоких местах, так называемых баджирах (см. рис. 8), которые похожи на кевиры, или скопляется между песчаными дюнами в соляные озера, которые, впрочем, скоро заметаются или заполняются песком и передвигаются далее вместе с дюной по направлению ветра. Они расположены параллельно друг другу в направлении своей длины и почти под прямым углом к реке Тариму, на правом берегу его. На продолжении соляных озер лежат баджиры длинными рядами. На приложенном наброске карты (по Свену Гедину) они являются расположенными друг подле друга, как петли ткани. Это разделение местности на четыреугольники стоит в связи с образованием дюн. Главные дюны с своими крутыми западными сторонами протягиваются от ССВ к ЮЮЗ и находятся под прямым углом к преобладающему направлению ветра. Почти под прямым углом к этому главному направлению проходят более низкие дюны, набрасываемые другим ветром, дующим часто как главный ветер. Это явление удивительно напоминает облака-барашки, которые распределяются по двум скрещивающимся, часто прямоугольным по отношению друг к другу, направлениям. Такое образование облаков происходит вследствие двух неравных движений воздушных волн, возбужденных различными ветрами в высших слоях воздуха. Клочки облаков соответствуют гребням волн на взвол-

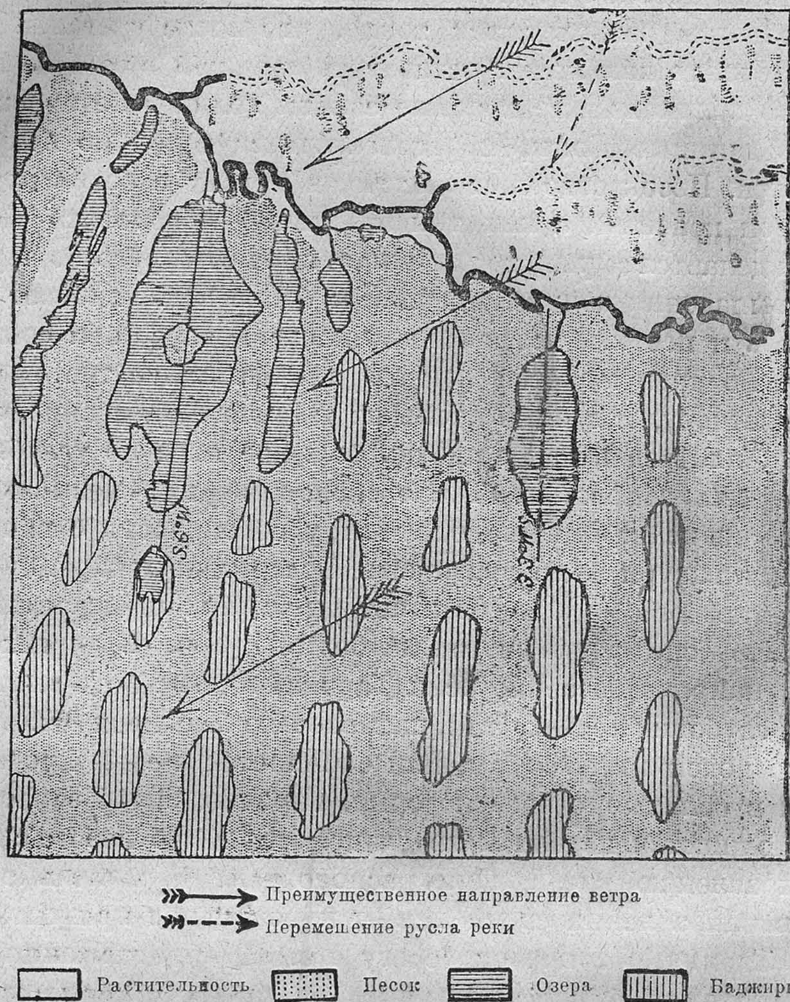


Рис. 8. Река Тарим с прилегающими озерами и баджирами (по Свену Гедину).

нованном море. Поэтому карта баджиров напоминает шахматную доску с несколько продолговатыми, неправильными полями.

Мы можем теперь перейти к более близкому изучению величайшего образования такого рода, великого кевира в Персии. Это сухое у поверхности, болотистое озеро имеет 500 кил. в длину и 200 килом. в самом широком месте. Гедин определяет его площадь в 55.000 кв. килом., почти такой же величины, как Мичиган, одно из больших озер Северной Америки. Благодаря постоянному приносу соли, доставляемой притоками, и благодаря испарению на поверхности образуется соляная

кора меняющейся толщины. Гедин пробил в коре дыру железным острием. На самом верху лежал покров из сырой глиняной размазни толщиною в дециметр, под ним соляная кора толщиной около 7 сантим., а за нею следовал полусухой глиняный слой в 15 сантим. Затем шли более мелкие отложения глины, которые были тем богаче водою, чем глубже лежали. Железное острие потонуло бы в иле, если бы его оставили без наблюдения. Один ученый, по имени Бузе, исследовал кусок этой коры, довольно твердой, серо-желтой в сухом состоянии. Он состоял наполовину из песка (вероятно кварцевого песка), на $^1/_6$ из углекислого кальция, 6,1% окиси железа (что и давало желтую окраску), 5,3% поваренной соли, 2,5% сернокислого натрия и 2,1% глины. После дождя этот верхний слой превращается в мягкую глиняную массу, которая крепко пристает к платью людей и к телу верблюдов, если они поскользнутся. Здесь нет ни малейшего следа растений или чего-либо живого. По краю этого болота находятся небольшие плоские возвышения и углубления, но вообще поверхность горизонтальна, как у обыкновенного озера.

Кевир борется с песком, как это делает и вода в Восточном Туркестане. Песок как будто бы побеждает в этом споре. После песчаных ураганов большие полосы кевировых озер часто покрываются желтым песком пустыни. «Если изменение климата в Персии пойдет таким же образом и дальше,—говорит Гедин,—то можно ручаться, что ил кевира будет утрачивать влажность и притока влаги, будет делаться с течением времени все тверже, а летучий песок будет распространяться все с бóльшей легкостью». Однако Гедин приходит к заключению, что со времени похода Александра Великого в эти страны здесь ничто существенно не изменилось; поэтому здесь нужно считаться с весьма длинным промежутком времени. «Но, без сомнения, начинающееся теперь физико-географическое изменение кончится тем, что кевир совершенно превратится в песчаную пустыню такого рода, какие бывают в Восточном Туркестане. Из этого, наоборот, можно также заключить, что Восточный Туркестан, после того как он был некогда частью Среднеазиатского Средиземного моря, мало-по-малу заполнился мелко раздробленным материалом выветривания, так же точно, как теперешний кевир, и что это застывшее озеро из сырого ила и глины высохло, наконец, настолько, что могло выносить тяжесть надвигающегося песка. Что песок раньше не был так

далеко распространен, как теперь, видно из археологических открытий, которые делали и я и другие путешественники в Восточном Туркестане. Лежащая теперь в баджирах Тжерт-женской пустыни подпочва сильно напоминает страну кевиров. В обоих случаях это та же самая темная, тонкая пыль, которая образует почти ровную поверхность. В обоих случаях пыль эта в соединении с водою превращается в ил, поглощающий все на него попадающее, но в Восточном Туркестане вода стоит на большой глубине, и так как там весьма редко бывает дождь, то можно, где бы то ни было, безнаказанно ходить по ровной области баджиров».

Эти образования представляют весьма высокий интерес, ибо они указывают нам на изменения медленно высыхающей планеты. В 1858 году Петербургское географическое общество отправило экспедицию под руководством Ханыкова, которая посетила эти страны. Из сочинения Гедина «Сухим путем в Индию», из которого мы уже взяли вышеприведенную цитату, мы заимствуем следующее, данное Ханыковым, живописное описание: «Наконец, утром 4 апреля остановились мы во время подавляющего зноя у Бала. Здесь можно еще было видеть следы разрушенной цистерны, которая уже давно лишилась воды. Пустыня здесь уже вполне имела характер «проклятой страны», как называют ее туземцы. Ни малейшего стебелька травы, никакого признака животной жизни, которые придавали бы более веселый вид ландшафту! Никакой шум, кроме шума караванов, не прерывал угрюмого молчания этой опустошенной страны. Вследствие медленности верблюдов и потери времени из-за того, что мы сбились с пути, мы прошли в эту ночь не более 25 килом. После четырехчасового отдыха мы снова пустились в путь и направились к нескольким холмам, называемым Келлехпер, около 20 километров от Бала. Они видны были вполне отчетливо, но как будто убегали от нас. Я опередил караван и расположился у подошвы этих песчаных насыпей. Я не могу описать чувства тоски и подавленности, которое охватило меня при виде окружающей меня ужасной пустыни. Рассеянные тучи закрывали Солнце, но воздух был горяч и подавляющ. Рассеянный свет освещал с отчаянным однообразием серую, горячую пустыню и едва ли показывал хоть одну перемену цвета на огромной равнине, открывавшейся взгляду. Абсолютная неподвижность на всех точках этого печального ландшафта, в соединении с полным отсутствием

какого бы то ни было звука производили подавляющее действие. Чувствовалось, что находишься на таком месте Земли, откуда навеки изгнана жизнь и куда живые существа могут возвратиться только чрез страшный переворот в природе. Чувствовалось, что являешься очевидцем смертельной агонии природы».

Если даже эти страны высохнут, а это делается вероятным в силу наблюдения Гедина, что вода одного тибетского внутреннего озера, Лаккер-тзо, прежде стояла на 133 метра выше, то, однако, это высыхание не так бросается в глаза, как в соляных внутренних озерах, в Большом Соленом Озере в Уте, в Мертвом и Каспийском морях, в которых содержание соли весьма сильно увеличивается вследствие испарения. О Большом Соленом Озере известно, что оно еще недавно высыхало сильнее, чем теперь. Его вода содержит теперь 22% поваренной соли, кроме других солей. Содержание соли в Мертвом море равно 25%. Весьма изменчиво содержание соли в Каспийском море. Конечно, оно незначительно при устье Волги, только 0,15%, к югу оно растет и доходит до 1,32% у Апшеронского полуострова и 5,63% в Кайдакской бухте. В Карабугазской бухте, расположенной на азиатской стороне, содержание соли достигает 28,5%. Количество соли, ежегодно приносимое в эту бухту водою, притекающею из Каспийского моря, исчисляют в 350.000 тонн, которые отлагаются на берегу и на дне бухты. Это высыхание все-таки ничтожно в сравнении с тем, которое повело к образованию больших соляных залежей в Германии. Полагают, что последнее происходило на дне какого-нибудь полярного моря с простирающейся к югу бухтой. По мере того, как кристаллизировались соли, сперва гипс, потом поваренная соль, затем более растворимые соли калия и магния, новые массы воды переливались из моря в бухту. Одновременно дно последней опускалось, давая таким образом, место новой воде, которая должна была подвергнуться испарению. Отложившиеся таким образом массы соли достигают иногда мощности не менее тысячи метров. Поэтому можно себе представить огромность количества испарившейся воды и количество необходимого на это времени. Отложение соли продолжалось бы и дальше, если бы, наконец, не образовался слой ила, непроницаемый для воды. Однако наиболее растворимые соли, напр., хлористый магний, могут проходить и через этот слой.

Конечно, такие крайности климата, как сухость и влажность, не имели времени выявиться за короткую историческую эпоху.

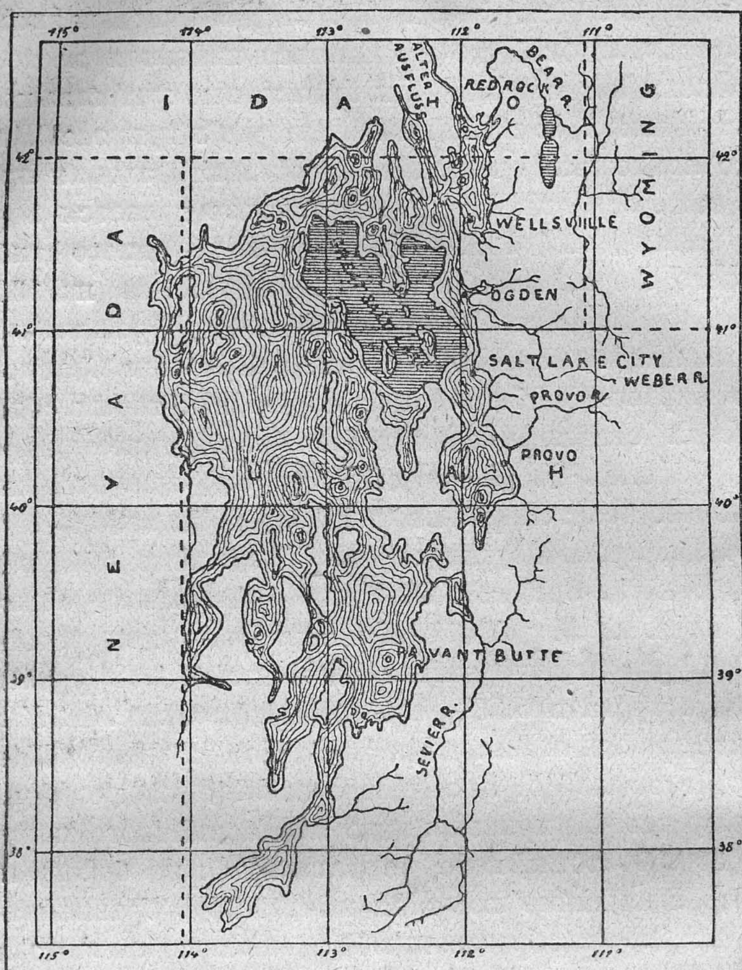


Рис. 9. Прежний вид озера Бонневиль в Уте, остатком которого является Большое Соленое Озеро.

Однако вопрос, в каком направлении далее будет развиваться современный климат, имеет огромное значение. А потому большое внимание возбудило изложение взглядов Гентингтона (Huntington), где он пытается доказать, будто Земля в настоящее время находится в периоде сильно развивающегося высыхания. Геологические соображения с несомненностью показывают, что в различных странах Земли—насколько известно, всюду, кроме Австралии,—одновременно с ледниковым периодом господствовал влажный климат. Это ясно доказывается прежней бо́льшей высотой и, следовательно, бо́льшим протяжением озер, о чем мы уже упоминали по отношению к Тибету и Центральной Азии. Больше всего следов эпохи влажности осталось в Америке и Африке. Большое Соленое Озеро имело раньше во много раз

бóльший объем, чем теперь, что можно видеть по прекрасным береговым террасам в его окрестности.

По изысканиям Пассаржа, влажный период в Африке был особенно сильно выражен. Большое прекрасное озеро наполняло бассейн Конго. Озеро Чад было гораздо больше, чем теперь, и Сахара была прорезана большими потоками.

Многократно склонялись к предположению, что африканский климат даже в историческое время был более влажным, чем теперь. Это с большою определенностью отвергает географ Л. С. Берг в Петербурге. Он ссылается на то, что древние писатели, Диодор, Полибий и Павзаний, дали такое описание рек африканского морского берега, которое соответствует современному нам положению вещей; что положение двух древних городов при озере Шотт-эль-Джерид в Тунисе (древнее озеро Тритона), о котором утверждают, что за 500 лет до Р. Х. оно имело гораздо более высокий уровень воды, чем теперь, показывает ясно, что теперешняя береговая линия еще весьма бли ко соответствует тогдашней. Знатоки древнего Египта не могут указать сколько-нибудь резкой разницы между климатом этой страны в древнейшие времена и теперешним. Правда, болотистые полосы в Нильской Дельте превратились в превосходную луговую страну, но это дело человеческих рук. Период влажности должен был закончиться значительно раньше исторического времени. Многие древние писатели, как Геродот, Аристофан и Филон, утверждают, что в Египте никогда не бывает дождя, что должно считать преувеличенным по указанию других, каковы Плутарх, Плиний и Элиан, которые упоминают о тамошнем дожде, снеге и граде. Во всяком случае, осадки в стране фараонов, повидимому, были такой же редкостью, как и в нынешней стране Нила.

Против утверждения Гентингтона, что климат Палестины в историческое время сделался более сухим, выступает Гильдершейд: опираясь на точные изыскания, он говорит, что нельзя найти никаких оснований для допущения, что в этой стране в историческое время произошла перемена климата.

Но, быть может, наибольший интерес представляют для нас Италия и Греция. Гентингтон утверждает, что река Алфей, которая затопила Олимпию и покрыла ее толстым слоем осадков от 4 до 5 метров, несла тогда гораздо бóльшие массы воды, чем теперь. Но тогдашнее наводнение было следствием землетрясения, сопровождавшегося горным обвалом и образованием

запруды реки, а потому нет причины считать реку более обильной водою тогда, чем теперь. По Страбону, ручьи Кефисс и Илисс, между которыми стоят Афины, пересыхали летом тогда так же, как и теперь. По Павзанию, таковы же были и ручьи на аргивской равнине: так же пересыхают они и теперь. Во всяком случае климат Греции со времен Гомера не изменился заметно.

Говорят, что в Сицилии некоторые реки, бывшие судоходными в Средние века, перестали ими быть. Однако это, повидимому, является следствием сведения лесов, благодаря которым прежде приток воды к рекам был равномернее. Вероятно, что тогдашние суда были менее нынешних. С другой стороны, земледелие в этих областях со времен древности пошло назад, и потому, вероятно, рыхлая, прежде возделывавшаяся почва была размыта; стены и плотины, препятствовавшие слишком быстрому стоку воды, исчезли, и таким образом могла увеличиться сухость страны. Большие города, как Пальмира, стояли в пустынях, где и теперь недостаток воды делает невозможной всякую обработку земли. Но большие города снабжались тогда водою через величественные, длинные водопроводы, развалины которых еще существуют и теперь. Насколько можно судить, изменение влажности, о котором выводилось заключение на основании упадка земледелия и уменьшения населения, основывается единственно только на человеческом вмешательстве в природу. На некоторых скалах в Марокко нашли высеченные грубые изображения крупных млекопитающих, напр., слонов, носорогов и жирафов, которые не могут существовать в тех местностях вследствие недостатка соответствующей пищи. Но эти грубые произведения искусства, похожие на произведения современных бушменов, принадлежат доисторической, палеолитической эпохе, когда климат был более влажен, чем теперь.

По Гедину, подобное же явление происходит в Центральной Азии и в Восточной Персии. Там, без сомнения, климат прежде был более влажен, но не в историческое время. Поход Александра в Индию происходил при таких же неблагоприятных условиях, какие господствуют и теперь в тех странах (Белуджистан). Города, развалины которых там находят, получали свою воду через разрушившиеся теперь водопроводы, иногда из близких рек, которые, как утверждает Берг, изменили свое течение.

В западной и средней Европе, конечно, весьма многие топи и болота были осушены и приспособлены к обработке, но отсюда еще не следует, что климат сделался суше. Напротив, все

указывает на подмеченное уже Тихо Браге на острове Вен в Орезунде уменьшение в историческую эпоху разницы между летней и зимней температурой, так что климат сделался менее континентальным, более сырым. Впрочем, и другие данные, как, напр., существование орешника и водяного ореха в высоких северных широтах и понизившаяся сравнительно с прежней высота границы распространения деревьев, указывают на то, что доисторическое лето было теплее теперешнего и одновременно также суше. Исследование свайных построек в Швейцарии показывает также, что уровень воды в озере не был выше, но обладал почти такою же высотою, как теперь, и что поэтому количество осадков в Швейцарии не изменилось с тех времен, т.-е. почти за семь тысяч лет.

Итак, хотя со времени появления человека на Земле и еще до конца ледникового периода произошли большие климатические перемены, но в историческую эпоху, вследствие ее относительной краткости, они не имели места. Изменения скорее местного характера, как, напр., ослабление континентального характера климата в Западной Европе, бесспорны: их наличность доказана с тех пор, как начали делать правильные термометрические наблюдения. Так, зимы в Берлине были холоднее в 1746—1847 г.г., чем в последующее время (1848—1907), лета же в этот период стали теплее, чем были в предыдущий. Разница для января доходит до 1,5° С, а для мая до 0,6° С. По сводке Экгольма (Ekholm), касающейся температур Стокгольма, Лунда, Лондона и Парижа зимою (дек.-февр.), весною (март-май), летом (июнь-авг.) и осенью (сент.-нояб.), эти температуры за истекшее столетие оказались следующими:

	Стокгольм		Лунд		Лондон		Париж	
	1799—1848	1849—1898	1753—1798	1799—1898	1799—1848	1849—1898	1806—1848	1849—1898
Зима	—3,6	—2,9	—1,0	—0,6	3,6	4,0	3,3	3,3
Весна	3,3	3,3	5,1	5,3	9,0	8,9	10,3	10,2
Лето	15,6	15,6	16,1	15,7	16,6	16,8	18,1	18,2
Осень	6,6	6,4	7,7	7,7	10,4	10,3	11,3	11,0
Год	5,5	5,6	7,0	7,0	9,9	10,0	10,7	10,7

Различия невелики. Зима в Стокгольме сделалась теплее, осень холоднее; в Лондоне зима теплее, также лето несколько теплее, весна и осень немного холоднее. В Лунде ход самый правильный, средняя годовая почти не изменилась, может-быть, немного повысилась, но климат стал более островным. (Для Парижа едва ли можно сделать такой вывод из вышеприведенных чисел.)

Из наблюдений Тихо Браге относительно числа снежных или дождливых дней на острове Вен, Экгольм вычислил в градусах Цельсия средние температуры указанного места за месяцы ноябрь-апрель 1582—1597 и сравнил их с нынешними. Он нашел:

		Нояб.	Декаб.	Янв.	Февр.	Март	Апр.
Вен	1582—1597	+3.9	+0.8	—0.9	—2.3	—0.3	+5.0
Вен	1881—1898	+3.7	+0.9	—1.1	—0.9	+0.7	+5.2

Эти числа показывают значительное повышение температуры в исходе зимы (февр.—март). Напротив, первая осенняя стужа и последня весенняя стужа падали почти на один и тот же день в обоих периодах—на 27-28 октября и на 18-19 апреля. Точно так же, повидимому, распределение весенней и осенней температуры не изменилось.

Недавно Гильдебрандсон обратил внимание на одно обстоятельство, показывающее, какой опасности мы подвергаемся, делая из статистики, выведенной для относительно коротких промежутков времени, обобщенные заключения. Именно Шпеершнейдер (1915) доказал, что период 1582—1597 был необычно холоден, так как в течение его при морских берегах Дании стояли мокрые зимы с оледенениями, тогда как за все XVI-е столетие можно указать только 19 таких зим. А потому статистику Тихо Браге нужно применять для более общих выводов с большой осторожностью.

Мнение, что климат постепенно ухудшается благодаря усилению сухости, существует издавна и связано со старой верой в исчезнувший золотой век. Уже Аристотель допускал, что Земля медленно высыхает. Эта вера в новейшее время защищалась Гентигтоном во множестве статей, где он хочет доказать, что Азия, между прочим, Палестина, Сирия и Персия, далее—Африка и Северная Америка находятся в процессе быстрого высыхания, которое оставило свои следы уже в исторические времена. Про Западную Европу между тем можно сказать обратное

Ио России часто говорили в последнее время, что там происходит медленное высыхание с образованием степей. Произведенные затем точные изыскания доказали неправильность такого предположения. Это самое и было поводом для изысканий Л. С. Берга. При этом было доказано скорее изменение в противоположном смысле, так как лесная область начала расширяться за счет степи, что согласно с развитием в конце доисторического периода. К этому предположению примкнул также знаменитый американский астроном Лоуэль (Lowell) на основании собственных наблюдений в Аризоне, где находится его обсерватория. Между тем и там высыхание произошло, без сомнения, уже в давно прошедшее, доисторическое время. Факт гибели высокой культуры в Месопотамии и Сирии, должно, конечно, приписать опустошительным войнам, во время которых были разрушены искусственные водопроводы. Теперь же вновь происходит возмещение этого путем орошения пустынь у Нила, в Калифорнии и в Аризоне.

ГЛАВА IV.

Атмосфера небесных тел и ее физические свойства.

С некоторым правом можно говорить и об атмосферах солнц или звезд. Эти небесные тела состоят главным образом из сравнительно плотной массы, которая окружена весьма разреженной газовой оболочкой. Плотность главной массы нашего Солнца почти в 1,4 раза больше плотности воды. Напротив, другие звезды имеют массы весьма незначительной плотности, которая не превосходит нескольких сотых плотности воды: таковы в особенности звезды с переменной яркостью, названные по имени своего уже давно известного представителя, звезды δ Цефея, Цефеидами и вообще юные звезды. Во всяком случае, эти звезды благодаря своей высокой температуре совсем газообразны, вплоть до носящихся в их самых крайних слоях облаков, которые произошли из легко сгущающихся паров, напр. паров углерода, и которыми вызывается сильный свет звезд.

Звезды - Цефеиды принадлежат к относительно юным небесным телам; напротив, Солнце, подобно другим желтым звездам, значительно старше, и несомненно, что его средняя плотность является следствием его возраста. У различных юных звезд, как, напр., у блестящего Альтаира, главной звезды в Орле, наблюдались весьма обширные газовые оболочки, состоящие обычно из водорода, часто также из гелия, и эту газовую оболочку можно считать своего рода атмосферой. Ее плотность, конечно, крайне незначительна. Наша центральная звезда, Солнце, тоже имеет поверх светящихся облаков газовую оболочку незначительной плотности, которая путем поглощения света вызывает в солнечном спектре темные линии, названные фраунгоферовыми. Главную часть находящихся в ней газов составляет водород с некоторым количеством гелия и с неизвестным еще на земле газом, который называется коронием,

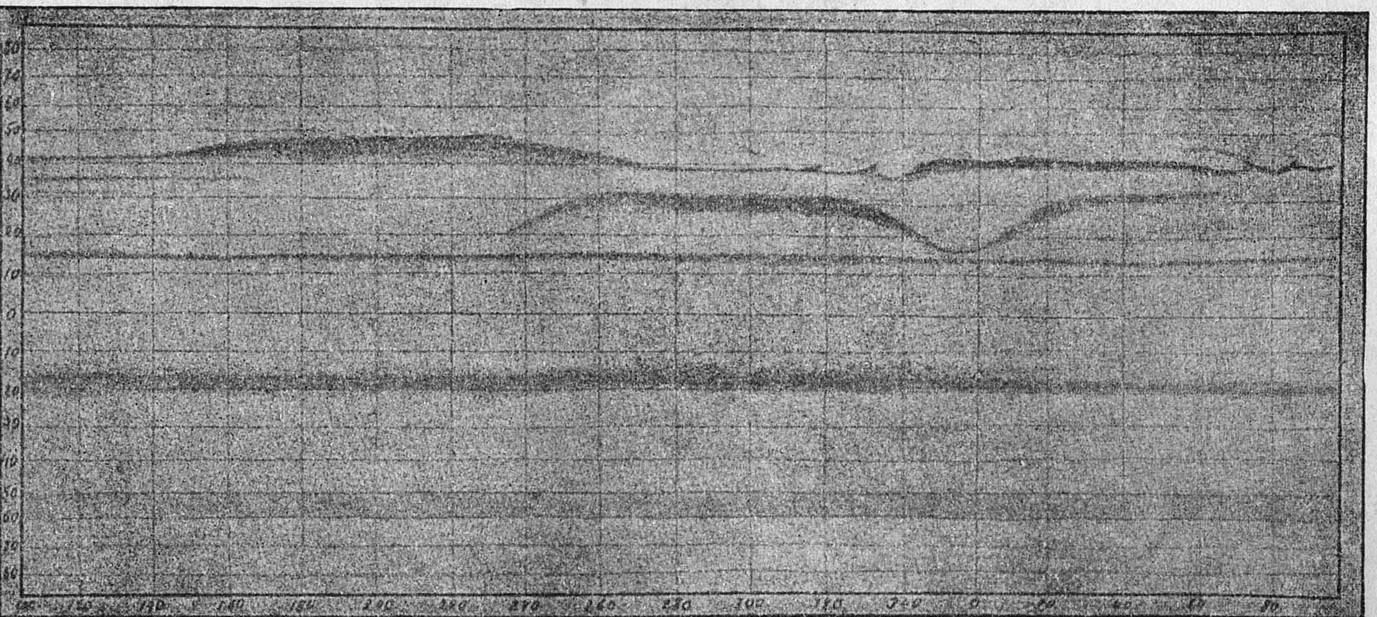


Рис. 10. Планета Юпитер, изобр. Ле-Культром (Женева) в Меркаторской проекции. Красное пятно, перед которым облака разделяются, лежит под 355° долготы и 20° ю. ш., там, где темная полоса образует выгиб. Юг на фигуре находится сверху, как и на всех астроном. изображениях, сделанных в северном полушарии земли.

и потому эти газы можно рассматривать как солнечную атмосферу.

Подобное положение вещей господствует, без сомнения, и на больших планетах, плотности которых немногим отличаются от плотности Солнца. Кстати сказать, существует также большое сходство во временах вращения этих планет: у Юпитера 9,9, у Сатурна 10,3 и у Урана 10,8 часов. Судя по их плотностям, они, как и Солнце, по всей вероятности совсем газообразны, не говоря уж об облачных образованиях, которые,

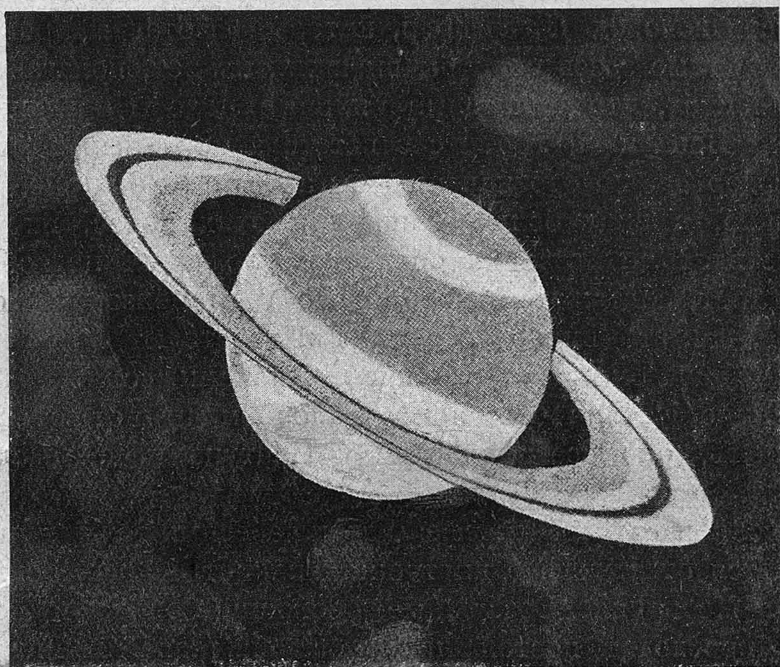


Рис. 11. Сатурн 30 сентября 1909 г. по Ф. Ле-Культру, в Женеве.

как кажется, составляют внешнюю границу этих небесных тел. Чтó и на них, как и на Солнце, находятся крайне устойчивые газовые образования, вытекает, повидимому, из того, что на них являются своеобразные пятна, которые, подобно солнечным пятнам, остаются долго, иногда свыше года. Самый известный пример этого рода представляет так называемое «красное пятно» на Юпитере, которое существует уже с 1878 года, хотя оно выступает теперь не так сильно, как в начале своего появления (рис. 10). Эти планеты отличаются также своими сильно выраженными, параллельными экватору полосами (рис. 10 и 11), которые происходят вследствие чрезвычайно большой скорости

вращения этих планет. Точка экватора на Юпитере движется в 28 раз, точка экватора на Сатурне—в 22 раза, точка на экваторе Урана—почти в 7,5 раз быстрее точки земного экватора.

Какие же газы находятся в этих атмосферах? По гипотезам Канта и Лапласа, которые содержат в себе общепризнанное зерно истины, все планеты развились из Солнца, когда еще объем его распространялся до орбит вышеназванных планет и даже еще дальше. Поэтому вероятно, что именно те самые газы, которые лежат в наиболее внешних частях солнечной атмосферы, первоначально и содержались в атмосферах этих планет, и в частности водород. Слайфер, который сфотографировал воспроизведенные здесь спектры внешних планет, полагает даже, что он нашел, что некоторые сильные полосы поглощения в спектрах Нептуна и Урана соответствуют сильным F и C линиям водорода, по обозначению Фраунгофера (рис. 12).

Однако, в виду большой ширины этих полос, их трудно отождествлять. В газовых оболочках, лежащих над облаками этих планет, содержатся еще другие газы неизвестного рода, которые, как это видно из спектров, действуют сильно поглощающим образом на отраженный облаками солнечный свет. Поглощение увеличивается с удалением планет от Солнца, стало быть, оно всего сильнее у Нептуна и всего слабее у Юпитера.

Во всяком случае атмосферы этих небесных тел значительно отличаются от атмосфер внутренних планет: Марса, Земли, Венеры и Меркурия. Воздушные оболочки Солнца и больших планет переходят постепенно и без скачков во внутренние газовые массы, так что нельзя установить никакой определенной границы, где прекращается атмосфера и начинаются более плотные слои. Совсем иное дело на Земле. Здесь воздушный океан строго отграничивается внизу от твердой земной коры и от водного океана. Только в таком случае и можно говорить о настоящей атмосфере, как мы ее себе обычно представляем, и мы встречаем этот случай у небесных тел с твердой или жидкой поверхностью. Однако нельзя утверждать, что все эти планеты также имеют атмосферу. Наблюдения над Луной при ее прохождении через какую-нибудь звезду показывают, что возможная на ней воздушная оболочка не может отклонить луч зрения, т.-е. в оболочке не происходит никакого заметного преломления света. Отсюда должно заключить, что плотность этой оболочки совсем незначительна и воздушное давление

измеряется самое большее несколькими миллиметрами. Однако есть основание думать, что Луна отделилась от Земли и поэтому должна была увлечь с собой и более легкие составные части Земли, что показывает также и ее плотность (3,3), которая составляет только шесть десятых плотности Земли (5,53), и отсюда вытекает, что при своем отделении от Земли она удержала также свою долю и легчайшей составной части Земли, т.-е. атмосферных газов. Без сомнения, это так и было, но потом, с течением времени. Луна потеряла свою, сперва, вероятно, значительную воздушную оболочку. Это случилось потому, что мельчайшие газовые частички, так называемые молекулы, обладают сильным собственным движением, которое тем сильнее, чем выше поднимается температура и чем легче самый газ. У самого легкого из всех известных газов, водорода, эта скорость при 0° достигает 1,84 килом. в секунду. Части Луны, наиболее сильно освещенные Солнцем, имеют температуру около 150°, а при такой температуре средняя скорость молекул водорода 2,29 килом. в секунду. Но тело, удаляющееся от поверхности Луны со скоростью 2 или более километров в секунду, уже не может быть удержано ею, оно не возвращается обратно и удаляется все более и более. Подобным образом улетело бы от Земли пушечное ядро, пущенное со скоростью 11,2 килом. (скорость, недостижимая для нашей современной артиллерии даже в самой малой степени). если бы ему не препятствовал на пути воздух. Мы пока еще весьма далеки от осуществления грез Жюля Верна в его «Путешествии на Луну». Во всяком случае притягательная сила Луны слишком мала, чтобы удержать водород у наиболее нагретых мест поверхности, и он улетучивается; на его место притекает новый газ, и немного нужно времени, чтобы таким образом весь водород исчез с Луны. Он, вероятно, улетел, главным образом, к Солнцу, на котором молекула, чтобы удалиться от Солнца, должна обладать скоростью 613 килом. в секунду, тогда как там же действительная средняя скорость молекулы водородного газа может быть не больше 8 килом. в секунду.

Молекулы второго по легкости газа, гелия, при +150° обладают средней скоростью 1,62 килом. в секунду. Это, конечно, менее, чем два километра в секунду, которые нужны, чтобы покинуть сферу лунного притяжения. Но не все молекулы гелия обладают одинаковой скоростью: скорость одних превосходит среднюю скорость, скорости других остаются ниже ее. Те, ко-

торые имеют более двух километров в секунду, составляют значительную часть общего числа молекул, и эта отделившаяся часть улетает. Тогда быстро восстановляется прежнее распределение скоростей, и менее чем в секунду такая же часть уже готова отделиться от Луны. Таким образом, Луна весьма скоро потеряла свою гелийную атмосферу, хотя не так быстро, как атмосферу водородную.

Еще медленнее исчезали газы, находящиеся в воздухе в наибольшем количестве—азот и кислород, но и они недолго удерживались слабой притягательной силой Луны. То же самое произошло и с водяным паром, который наполовину легче кислорода, однако эта потеря, как мы далее увидим, замедлялась тем, что из вулканов Луны выбрасывались новые массы водяного пара. Нужно помнить, что Луна представляла, без сомнения, жидкую расплавленную массу, как лава наших вулканов, когда, отделившись от Земли, она оставалась в этом состоянии до тех пор, пока ее внешняя температура не понизилась почти до 1.200°. При такой температуре средняя скорость молекул кислорода равна почти одному километру в секунду, при чем наверно несколько процентов из них достигали скорости в 2 килом. в секунду, достаточной, чтобы отдалиться от Луны. Эти молекулы средних по весу газов возвращались, вероятно, на Землю, которая, как мы знаем из опыта, достаточно тяжела, чтобы их удержать у себя.

Ни один из газов, которые в значительном количестве содержатся в земной атмосфере и о которых можно предполагать, что часть их досталась при отделении и Луне, не мог быть удержан ею. Нечто подобное наверное имеет силу и относительно других небесных тел такой же или меньшей величины, каковы все малые планеты и большинство планетных спутников. Судя по определениям способности спутников отражать солнечный свет, недавно опубликованным Г. Н. Рэсселем (Russell) в Принстоне, I, II и III спутники Юпитера, равно как и спутник Сатурна Титан, обладают, повидимому, достаточно плотными воздушными оболочками. Это, вероятно, правильно и относительно Нептуновой луны. Все сказанное о Луне имеет силу также и относительно Меркурия. Скорость молекул на Нептуне должна была бы быть в полтора раза больше скорости лунных молекул, чтобы они могли удалиться от него; но температура на Меркурии гораздо выше и составляет около 400° в его самом теплом, постоянно обращенном к Солнцу месте, и

молекулы достигают там в 1,26 раз большей скорости, чем молекулы самого теплого пункта на Луне. Итак, Меркурий может удерживать газы несколько лучше, чем Луна, но разница незначительна. Прямые наблюдения (см. об этом ниже) также указывают, что у Меркурия в этом отношении немного разницы с Луной. Можно думать, что иные тяжелые газы, которые на Луне становятся жидкими или твердыми, остаются на Меркурии в газообразном состоянии благодаря его более высокой температуре и таким образом могли бы образовать атмосферу. Это было бы, однако, неверно. По изысканиям Скиапарелли и всех его последователей, Меркурий постоянно обращен к Солнцу одной и той же стороной. А потому противоположная сторона, никогда не согреваемая ни одним солнечным лучом, должна получить особенно низкую температуру, близко лежащую к абсолютному нулю (—273°), и, конечно, будет холоднее любого места на Луне. Следовательно, все тела, которые имеют заметную упругость насыщенных паров, должны быть перегнаны в виде паров на эту сторону и превращаться в твердые глыбы или замерзшие слои без сколько-нибудь значительного давления паров. Таким образом, Меркурий не может иметь ощутительной атмосферы. Следовательно, во всем ряду планет нашей солнечной системы остаются только три, которые обладают атмосферой в настоящем смысле слова: кроме Земли только Марс и Венера.

К такому же представлению мы придем, если исследуем способность планет отражать падающий на них солнечный свет. Воздушные оболочки содержат небольшие носящиеся тельца, будь то частицы воды или льда, или же поднятой ветром пыли. Эти носящиеся в атмосфере частицы обладают более сильной способностью отражения света, чем твердая или жидкая поверхность планеты. Луна может отразить 7% полученного солнечного света, столько же и Меркурий. По данным Рэсселя, Меркурий в этом отношении превосходит Луну.

Отсюда вероятнее, что Меркурий, как и Луна, не имеет никакой атмосферы, достойной этого названия. В противоположность этому Венера, отражает не менее 59% падающего на нее солнечного света. По Абботу, облака, т.-е. скопления водяных капель или ледяных кристаллов, отражают около 65%. Можно думать, что вся поверхность Венеры закрыта для нас плотным, непроницаемым облачным покровом. Небольшая разница между 59 и 65, может, помимо ошибок

измерений, произойти также от того, что некоторая часть света поглощается атмосферой, лежащей над облаками Венеры. Вполне примыкают в этом отношении к Венере Юпитер и Сатурн с $56^0/_0$ и $63^0/_0$. По спектрам этих планет можно видеть (рис. 12), что излучаемый их облаками свет в значительной мере ослабляется находящимися над ними газами. Некоторым казалось, что из наблюдений над Юпитером можно вывести, что его красный цвет меняется с числом солнечных пятен, становится темнее при уменьшении и светлее при увеличении числа последних. Вместе с тем наблюдения земной атмосферы обнаружили, что солнечные пятна способствуют появлению высоких перистых облаков на земле. Вероятно, нечто подобное существует и на Юпитере. При многочисленных солнечных пятнах облака лежат высоко, и находящийся над ними поглощающий воздух, вызывающий красный оттенок, более разрежен, так что в это время Юпитер кажется более светлым, чем во время минимума солнечных пятен.

Поразительно мало солнечного света поглощают воздушные оболочки обеих внешних планет — Урана и Нептуна; они отражают $73^0/_0$ и $63^0/_0$.

Наконец мы приходим к Марсу. Эта планета отражает только $15{,}4^0/_0$ падающего света и в этом отношении вдвое превосходит Луну. Судя по всему, атмосфера на Марсе весьма разрежена. Л о у э л л ь, впрочем, по сомнительным соображениям, считает ее только в $22^0/_0$ той воздушной массы, которая лежит на равной площади на Земле.

Сколько же полученного солнечного света отражает наша Земля в мировое пространство? Прямо это измерить — невозможно, так как мы не можем поставить никаких инструментов над воздушной оболочкой; но мы можем сделать приблизительные исчисления. Не менее $52^0/_0$ земли покрыто облаками, для которых альбедо составляет $65^0/_0$; стало быть, они отбрасывают $0{,}65 \times 0{,}52 = 0{,}338$ частей полученного солнечного света. Затем теряется несколько процентов — скажем приблизительно $5^0/_0$, — как и у Венеры, через поглощение в высших воздушных слоях. Итак, остается олоко 0,32 частей, которые излучаются. Пыль и атмосфера на остальных 48 сотых земной поверхности отнимают $60^0/_0$ солнечного света, из которых около половины уходит в пространство, между тем как другая половина снова падает на землю, как свет от небесного свода. Это дает еще 0,14 частей. Наконец океан и в большей части сырая земная

почва излучают около 6% от 0.40 падающего на них прямого солнечного света, из которых 70% не возвращаются. Хотя пустыни и холодные утесы отражают вдвое более других частей, однако исходящее от них количество света весьма незначительно. Итак, мы имеем всего $0{,}48 \times 0{,}06 \times 0{,}40 \times 0{,}7 = 0{,}008$, и общая масса отраженного солнечного света равна $0{,}32 + 0{,}14 + 0{,}008 = 47\%$. Рэссель, на основании астрономических данных, определяет это число четырьмя способами, и в среднем получает 44,5%, что очень хорошо согласуется с нашим определением. Если бы воздух был свободен от облаков, то Земля отбрасывала бы 33% полученного света, и ее альбедо значительно бы превосходило альбедо Марса. Но так как немного более половины земной поверхности покрыто тучами (52%) и по своему альбедо соответствует альбедо Венеры (59%), то Земля с общим излучением в 47% подходит гораздо ближе к Венере, ближе почти в 2,5 раза, чем к Марсу с 15%. Если сравнить расценку в 33% для излучения свободной от облаков части земли с 15,4% для почти свободного от облаков Марса и с 7% для Луны, не только свободной от облаков, но даже, за недостатком атмосферы, совсем свободной от пыли,—то мы увидим, что атмосфера Марса, несмотря на малую величину ускорения силы тяжести этой планеты, составляющую только 37% земного ускорения, не содержит на каждый квадратный метр даже одной трети пыли, какую содержит земная атмосфера.

Если принять во внимание низкую температуру на Марсе, то можно по формуле, данной Стоксом, вычислить, что пылинка на Марсе опускалась бы в 2,3 раза медленнее, чем на Земле. Так как несмотря на это только немногие частички носятся в воздухе Марса и часть их выпадает с туманом, то нельзя удержаться от представления, что этот воздух должен быть чрезвычайно разреженным, так что порывы ветра только в малой степени способны поднять пыль с почвы.

Лоуэлль определил воздушное давление на поверхности Марса в 64 миллиметра; Проктор приходит почти к двойному итогу. Обе расценки покоятся на довольно шатких основаниях. Я склонен признать, что даже Лоуэлль дает слишком высокую расценку. Если признать ее правильной, то на каждый квадратный метр поверхности Марса придется только около $^1/_5$ части воздуха, который приходится на один квадратный метр земной поверхности на уровне моря. Атмосфера Венеры,

благодаря находящимся на ней облачным массам, а также благодаря сильному преломлению света в ней, уже давно считалась более мощной, чем земная атмосфера. Вблизи солнца Венера является темной и окруженной слабым светом (рис. 13). Но, чтобы вызвать это явление, нет надобности, чтобы воздух Венеры, как вообще предполагается, был плотнее земного. Однако, если принять во внимание, что воздух, замечаемый нами на Венере, лежит над облаками и что эти облака носятся, вследствие высокой температуры, весьма высоко, как высочайшие перистые облака в нашей атмосфере, то нужно признать, что этот световой эффект может производиться разве только четвертою частью атмосферы Венеры, а этим оправдывается предположение, что воздушная оболочка Венеры гораздо толще земной. Таким образом, Земля, как бы в соответствии с порядком планет, стоит в этом отношении между Марсом с его весьма разреженной и Венерой с ее сравнительно плотной атмосферой, и можно было бы ожидать, что на Меркурии окажется еще более плотная атмосфера, чем на Венере. Но, как мы уже видели, Меркурий не имеет газовой оболочки, так как он неизменно, подобно Луне и, вероятно, также большинству спутников, обращает одну и ту же сторону к центральному светилу, и потому его темное полушарие так холодно, что все находящиеся там газы обратились в жидкости или твердые тела, кроме водорода и гелия, которые перетекают в другое теплое полушарие, а оттуда улетучиваются в пространство. Если бы и Венера, как утверждают Скиапарелли, Лоуэлль и другие астрономы, была постоянно обращена к Солнцу только одной стороной, то и она не могла бы более обладать сколько-нибудь заметной воздушной оболочкой. А. А. Белопольский, на основании своих спектроскопических измерений, полагает — во всяком случае в полном противоречии со Слайфером, — что Венера вращается вокруг своей оси в 29 часов. Поэтому чрез-

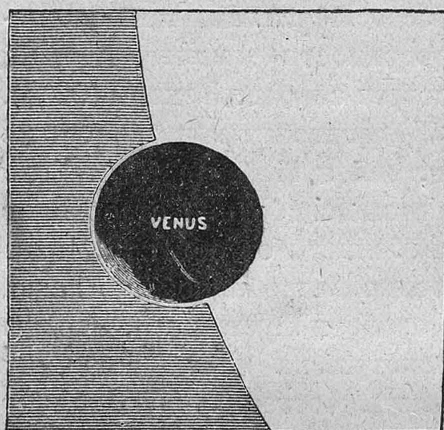


Рис. 13. Планета Венера с атмосферой, освещенной солнцем (слева), по наблюдениям Ланглея при прохождении Венеры через солнечный диск 6 декабря 1882 года.

вычайно желательно надежное определение времени вращения Венеры.

Для понимания природы планетных атмосфер необходимо прежде точнее познакомиться с нашей земной атмосферой. Наши сведения в этом отношении значительно увеличились за последнее время.

Теперь нам точно известны содержащиеся в воздухе газы. На сто частей объема в нем содержится хорошо известных прежде газов:

Кислорода	78,10	частей
Азота	20,90	»
Углекислоты	0,03	»

и благородных газов, открытых Рэлеем и Рамзаем

Аргона	0,937	частей
Неона	0,0015	»
Гелия	0,0005	»
Криптона около	0,0001	»
Ксенона	0,000005	»

Кроме того есть еще водяной пар, количество которого бывает различно в зависимости от времени и места, а потому здесь не может быть выражено определенным числом. Содержание всех этих газов уменьшается с высотой над почвой Земли по так называемой барометрической формуле, и притом тем быстрее, чем они тяжелее. А потому криптон и ксенон, которые соответственно в 2,5 и 4 раз тяжелее кислорода, находятся, главным образом, в нижних воздушных слоях, тогда как содержание гелия, который в восемь раз легче кислорода, быстро возрастает с высотой. Если бы воздух при 0° состоял из смеси кислорода и гелия, то содержание кислорода уменьшилось бы наполовину на высоте почти 5 килом., а содержание гелия только при 40 килом. высоты (в восемь раз выше, чем для кислорода, так как веса обоих газов относятся как 1 к 8), предполагая, что воздух не будет промешиваться течениями. На последней высоте содержание кислорода убавилось бы в отношении $2^8 = 256$. Если содержание кислорода у земной поверхности в 40.000 раз больше, чем гелия, что и есть на самом деле, то на высоте 40 килом. это соотношение окажется умень-

шенным, в отношении 256 : 1. На высоте 70 килом. в воздухе будет содержаться больше гелия, чем кислорода, а с дальнейшим увеличением высоты это отношение будет столь же быстро возрастать. Это справедливо для всех легких газов, насколько они при понижении температуры не становятся жидкими или твердыми. Водяной пар, который при охлаждении выделяется в виде облаков, убывает с высотой гораздо скорее, чем почти вдвое более тяжелый кислород. Дело в том, что температура воздуха убывает кверху слишком быстро; она спадает до высоты 2,5 килом. на 5^0 на каждый километр, а на высоте 8,5 килом. на 8^0 на каждый килом. Уже на высоте 1,9 килом. количество водяного пара меньше наполовину. Барометрическую формулу можно применить к углекислоте, как и к другим газам, так как она по своему незначительному количеству никогда не может оседать в виде облаков. И, на самом деле, только водяной пар требует другого расчета. Углекислота почти в 1,5 раза тяжелее воздуха и потому должна бы на высоте 5 килом. терять плотность в отношении $1 : 2^{1,5} = 1 : 2,8$, между тем как плотность воздуха уменьшается в отношении 1 : 2. Содержание углекислоты в воздухе многократно определялось (между прочим известным полярным путешественником Андре) на различных высотах, до 3,8 километров, и она оказалась, в пределах ошибок наблюдения, постоянной. То же самое можно сказать и об отношении кислорода к азоту, которое должно было бы в значительной степени измениться с высотой до 7 килом., так как кислород на $14^0/_0$ тяжелее азота. Как объяснить это противоречие?

Объяснение вполне просто. Все наши рассуждения относились к совершенно неподвижной воздушной массе. Если же воздух сильно промешивается, то его состав на различных высотах становится одинаковым. Нам известно, что при барометрических циклонах и антициклонах бывают воздушные течения, сильно направленные вверх и вниз. Насколько это промешивание простирается в высоту, настолько остается постоянным состав воздуха. Эти течения вызывают также падение температуры с высотой. Если газовая масса поднимается вверх, то она подвергается уменьшенному внешнему давлению, вследствие чего расширяется и охлаждается.

Точно так же нам известно, что газ при быстром сжатии нагревается. Ведь воспламеняли же раньше трут в пневматических огнивах, быстро сжимая в них воздух. Напротив, если газ расширяется, то он при этом охлаждается. Если бы сухой

воздух был вполне промешан, то температура на каждый километр поднятия над Землей понижалась бы почти точно на 10°. Если бы, напротив, он был неподвижен в вертикальном направлении, то теплота вполне выравнилась бы и не происходило бы никакого понижения с высотой. Действительность и лежит между этими двумя предельными случаями; температура воздуха падает от 5° до 8° на каждый километр вверх, почти до 10 километров высоты, как это можно твердо установить при подъемах на воздушном шаре.

В согласии с этим стоит одно из замечательнейших открытий новейшего времени: твердо установленный Тейсераном де Бор и Ассманом факт, что температура понижается не безгранично, как думали раньше, но только до известной высоты над Землей, а выше остается почти неизменной. В Средней Европе эта высота около 11 килом., в Лапландии около 7 и у экватора около 15 килом. Таким образом, в нашей атмосфере нужно различать два слоя: нижний, в котором воздух постоянно промешивается и который поэтому называется тропосферой, и верхний, который лежит над ним равномерным спокойным слоем и называется стратосферой. Так как последняя у экватора лежит выше над Землей, чем в полярных областях, то получается поразительное явление: ее температура там, в жарком поясе, ниже, чем здесь, в умеренном, и еще ниже, чем в Лапландии, т.-е. в холодном поясе. Стратосфера простирается до известной степени параллельно земной поверхности и движется только в горизонтальном направлении, тогда как заметные вертикальные течения в ней не имеют места. Ветры имеют там ясно выраженное западное направление, это, стало быть, восточные ветры, и они тем сильнее, чем выше лежит слой. На 83 километрах высоты скорость ветра — около 100 метров в секунду. Напротив, в тропосфере господствуют западные ветры. Направление ветра в стратосфере могло быть определено по так называемым светящимся ночным облакам, плавающим на на высоте около 80 километров. Поэтому стратосфера движется вокруг земной оси медленнее, чем твердая земля. На 80 килом. высоты скорость ее вращения равна только 65% скорости вращения Земли. Возможно, что самые крайние воздушные слои не участвуют в движении Земли вокруг оси, так как пространство, конечно, не вполне пусто, и, следовательно, воздух незаметно переходит в чрезвычайно разреженный газ междупланетного пространства.

Насколько простирается кверху тропосфера, настолько же и состав воздуха остается без изменений, таким, как у земной поверхности. Но в средней Европе при дальнейшем поднятии вверх, начиная приблизительно с десяти километров, происходит быстрое уменьшение содержания тяжелых газов в атмосфере и соответствующее ему увеличение содержания легких газов. Среди последних первое место занимает водород, наполовину менее тяжелый, чем гелий. Буссенго доказал наличность в воздухе водорода и Арман Готье позднее определил его количество около $\frac{1}{300}$ %. Естественно, содержание его в атмосфере весьма быстро увеличивается с высотой, так что выше 80 кил. оно превосходит содержание всех других газов в воздухе.

Ниже мы воспроизводим в несколько переработанном виде таблицу доктора Вегенера в Марбурге, который вычислил процентный состав воздуха на различных высотах. Состав воздуха внутри тропосферы, высота которой принимается равной 10 километрам, считается неизменным, за исключением влажности. Проценты, как и обычно, по объему.

Высота килом.	Давление миллим.	Водор. 2	Гелий. 4	Азот. 28	Кисл. 32	Аргон. 39,9	Угольн. кисл. 44	Вода 18
0	760	0,0033	0,0005	78,1	20,9	0,937	0,03	1,41
10	197	0,0033	0,0005	78,1	20,9	0,937	0,03	0,14
30	8,95	—	—	85	15	0,29	0,0064	0,5
50	0,45	1	—	88	10	0,10	0,0014	1,7
70	0,045	13	1	80	6	0,05	0,0005	—
90	0,0157	68	5	26	1	—	—	—
110	0,0116	94	5	1	0	—	—	—
130	0,0097	96	4	0	—	—	—	—
210	0,0055	99	1	—	—	—	—	—
310	0,0032	100	—	—	—	—	—	—

Под названиями газов стоят их молекулярные веса, которые дают масштаб для удельных весов.

Количество водяного пара, как обычно, не включено в процентный расчет, так как оно бывает различно по месту и времени. Приведенное в таблице число дает среднее значение для всей Земли и соответствует при 10 килом. высоты 11,4 грам. на m^3 (куб. метр.), или содержанию влажности воздуха, насыщенного водяным паром, при 16,5^0. Как видно из таблицы, при 10 километрах влажность воздуха уменьшается со одной десятой в силу понижения температуры. В стратосфере влажность, при господствующей там постоянной температуре, ввиду легкости водяного пара опять возрастает.

Главное количество водяного пара лежит сильно концентрированным слоем у Земли. Углекислота, которая в $1^1/_2$ раза плотнее воздуха, быстро убывает с высотой. Из таблицы видно, что объемный вес углекислоты — 44, между тем как воздуха в среднем — только 29. Еще быстрее убывает криптон (молекулярный вес—83) и ксенон (мол. вес—131). Оба эти газа, так же, как и неон, количество которого вначале несколько возрастает с высотой, и аргон, содержание которого уменьшается кверху, как показывает таблица, не играют, однако, насколько известно, никакой достойной упоминания роли в хозяйстве природы. Совсем иное дело водяной пар и углекислота, которые служат для образования растительного покрова и, кроме того, защищают Землю от слишком сильного излучения теплоты. Хорошо известно, как сильны колебания температуры в течение дня и ночи в сухом климате пустыни и как, наоборот, незначительны в сыром климате. Водяной пар препятствует излучению тепла Землею. Количество углекислоты одинаково почти на всей Земле, только защитный слой ее слабее над местами высоко лежащими, чем над глубоко лежащими. Вследствие равномерного распространения углекислоты, ее выравнивающее и охраняющее тепло значение не так бросается в глаза, как у водяного пара. Понадобились более точные изыскания, чтобы доказать это.

В таблице Вегенера приведен также гипотетический газ—геокороний, присутствие которого в воздухе еще до сих пор не было доказано. Удивительно, что наблюдаемые на большой высоте дуги северного сияния показывают зеленый свет, который, насколько известно, не подходит ни к одной из известных составных частей воздуха. Спектральная линия этого зеленого света лежит при 557 $\mu\mu$ весьма близко к линии, принадлежащей криптону; но криптон—тяжелый газ и потому не

может проявляться в воздушных слоях, лежащих выше 300 килом. над Землей, а в них иногда являются дуги северного сияния, средняя высота которых, по вычислениям Штёрмера, около 120 килом. Поэтому Вегенер принимает, что здесь мы имеем дело с еще неизвестным газом, который в пять раз легче водорода. Однако новейшие изыскания сильно говорят против такого предположения, и мы поэтому больше не будем им заниматься. Выше 210 килом., по Вегенеру, этот газ должен бы быть преобладающим. Вероятно, на высоте от 85 килом. господствующий газ — водород. Выше 200 килом. едва ли встречаются в воздухе другие газы. Ввиду легкости водорода воздушное давление, на тех высотах не превышающее 0,02 миллим., увеличивается книзу только медленно. Этот самый верхний слой атмосферы можно, в полном согласии с Вегенером, признать областью водорода. В ее пределах падающие звезды испытывают уже столь большое сопротивление воздуха, что на ста двадцати километрах высоты они вспыхивают и распыляются, а на высоте около 85 килом. угасают. Э. К. Пикеринг наблюдал линии водорода в свете весьма высоких метеоров, — быть может, это происходит от разложившегося водяного пара; ниже проходящие метеоры давали спектр азота. С этой последней высоты начинает сильно давать себя знать азот; он господствует от высоты около 80 килом. до земной поверхности, и вследствие этого воздушное давление усиливается с приближением к Земле. На такой же высоте (около 80 килом.) парили также наиболее высокие ночные облака, наблюдавшиеся Ессе (Iesse), что указывает, повидимому, на начало нового слоя, области азота. Только тяжелые метеориты могут проникать в эту область, где они задерживаются и взрываются, чтобы упасть потом с быстротой, которую допускает сопротивление воздуха. Самые нижние лучи северного сияния в виде так называемых драпировок тоже проникают сюда. Штёрмер наблюдал таковые на 37 километрах высоты. Наконец водяной пар начинает давать себя знать образованием облаков, а именно как только достигает тропосферы; самые высокие из них перистые — именно на высоте около 10 килом. (не нужно их смешивать с «светящимися ночными облаками», которые видны были только в 1883—1892 годах после извержения Кракатоа). До этой границы простираются и вертикальные воздушные течения, вызывающие образование облаков. Однако только легкие облака носятся на такой высоте; более тяжелые под-

нимаются лишь на высоту около 4—5 килом. (высокие кучевые), а настоящие дождевые облака идут вверх только до 1,4—2,1 килом. Это является следствием увеличения содержания водяного пара в тропосфере книзу.

Уменьшение силы тяжести равносильно тому, как если бы газы стали легче. На Венере сила тяжести составляет $\frac{8}{10}$ земной. Разница невелика. Впрочем, если бы все остальное было одинаково, то различные воздушные оболочки на Венере были бы на четверть толще, чем на Земле, но вследствие более высокой температуры содержание воды в воздухе Венеры весьма велико, и густые облака поднимаются гораздо выше, чем на земле. Если воздух Венеры содержит почти в десять раз больше водяного пара, чем земной, а это, конечно, довольно близко к действительности, то тяжелые дождевые облака должны лежать там выше 10 кил., так как уже уменьшенная на 20% сила тяжести несколько способствует их поднятию. Легкие перистые облака должны иметь высоту около 30 килом. Итак, поверхность этой планеты укрыта облачным покрывалом не только от наших взоров, но и от непосредственного действия солнечных лучей.

Сила тяжести на Марсе в 2,68 раз меньше земной, и давление, равно как и температура и влажность воздуха убывают с высотой во столько же раз медленнее. Вследствие более низкой температуры влажность сама по себе мала, и воздух Марса почти подобен земному в области перистых облаков и над ними. Облака образуют совсем редкие покрывала, которые, как и перистые облака, не отбрасывают никакой тени и показываются только на незначительных пространствах над поверхностью Марса. Легкие облака там, напротив, обыкновенны.

Мы еще возвратимся к этим особенностям. С помощью спектроскопа можно установить, что газы на Солнце располагаются, главным образом, по своему удельному весу. Это же можно сказать и о звездах (см. выше стр. 53).

ГЛАВА V.

Химия атмосферы.

При упоминании о планетных атмосферах невольно является мысль, что эти небесные тела могут быть заселены если не вполне разумными созданиями, то во всяком случае живыми существами. Уже весьма давно фантазия людей занималась этим вопросом, и если сперва населяли человеческими существами Солнце и звезды, то позднее обратились к планетам, когда убедились, что Солнце и звезды слишком горячи, чтобы годиться как место для жизни. Разве другие солнца не могут быть также окружены планетами и всюду в мировом пространстве вызывать жизнь своим теплом и светом? Против этих прекрасных представлений восставала религия, для которой Земля была средоточием мира, а Солнце, Луна и звезды были созданы, чтобы освещать Землю и измерять для нее время. Иногда даже находящиеся в лоне церкви, свободные от предрассудков люди могли безнаказанно признаться, что убеждены в обитаемости других небесных тел: из них назовем только знаменитого кардинала Николая Кузанского (1401—1464). Однако настали времена, когда крепкая, как камень, ортодоксия получила перевес, и такой человек, как Джордано Бруно, должен был взойти на костер, так как он, ссылаясь на Николая Кузанского, высказывал подобные мысли.

Без сомнения, и другие планеты построены из того же материала, что и Земля. Так учил уже великий Леонардо-да-Винчи. Спектральный анализ учит нас, что другие солнца состоят из тех же элементов, что и наше Солнце. Все наше знание приводит к убеждению в том, что планеты, обращающиеся вокруг Солнца, это — массы, отделившиеся от его первоначальной, далеко распространившейся массы. А потому все планеты не только должны состоять из одинаковых,

перешедших к ним от Солнца элементов, но если они стоят на одинаковой стадии развития, т.-е. находятся на одной и той же ступени охлаждения, то эти элементы и слагаться должны в одинаковые химические соединения. Образчики из мирового пространства, долетающие до нас метеориты, удивительно сходны в своем составе с некоторыми каменными породами земной внутренности. У них нет ни малейшего признака действия воды, которое так дает себя чувствовать на земной поверхности и в лежащих под ней ближайших слоях; но ведь мы знаем, что вода скоро исчезает со всех сравнительно малых небесных тел, а метеориты принадлежат к малым и даже самым мелким из блуждающих по мировому пространству масс

Итак, мы не имеем никакого основания сомневаться, что строительный материал планет один и тот же во всем свете Самая внутренняя часть планет будет, конечно, всюду, как и у нашей Земли, состоять, главным образом, из железа, —и в Солнце и в метеоритах железо преобладает. Это металлическое ядро окружено скорлупой из силикатов, окислов, карбонатов, сульфатов и гидратов всякого рода металлов, в особенности алюминия. Здесь мы к металлам причисляем и водород. Точка плавления веществ, составляющих эту более легкую скорлупу, лежит выше 1.000°. Пока эти массы не отвердеют и не охладятся достаточно, никакая жизнь на них возникнуть не может.

Жизнь, по крайней мере жизнь на Земле, связана с некоторыми, так называемыми органическими веществами, в которых существенным связующим элементом является углерод. Кроме него они содержат еще водород, азот и кислород, потом еще в меньших количествах: серу, фосфор, железо, магний и некоторые другие элементы; однако ни один из них не является основным веществом в такой мере, как углерод. Кремний химически весьма близок к углероду и может образовывать некоторые аналогичные соединения с другими элементами, но протоплазма, главная основная часть живой клеточки, не может возникнуть без углерода. Кремний, по своей способности к соединению напоминающий углерод, играет в неорганической природе, в бесконечном почти разнообразии силикатов,—но не в органической,—роль, которую в известном отношении можно сравнить с ролью углерода. Протоплазма не может существовать при температуре свыше 60°. Утверждают, что некоторые во-

доросли развиваются в горячих источниках еще при восьмидесяти и даже девяноста градусах. Свыше ста градусов это, наверно, невозможно. Условие для существования жизни—жидкая вода. Между 0 и 100°—собственно при всяких температурах между 0 и 365°—вода может остаться жидкой, но жизнь связана с небольшими пределами температуры между точками замерзания и кипения. Если вода имеет свободное пространство вокруг себя или над собой и не окружена твердыми или жидкими телами, то в этом свободном пространстве имеется и водяной пар с давлением, по меньшей мере, 4,6 миллим. Поэтому на планете, поверхность которой отчасти покрыта водой, в атмосфере содержится и водяной пар.

Палеонтологи согласны в том, что жизнь началась в воде. Бесчисленные обитатели суши происходят от предков, плававших в океане, колыбели всего живого. Не вполне установлено, необходим ли кислород всем живущим существам; однако многие биологи склоняются к этому мнению. Иные бактерии умеют извлекать необходимый для их развития кислород из его соединений, даже из таких прочных, как, напр., сернокислые соли. Эти бактерии считаются выродившимися растениями. Но свободный кислород безусловно необходим для существования животных, вероятно также и для существования растений, с только что названным исключением. Как мы увидим ниже, свободный кислород не может быть в наличности на планете, пока на ней не образовалась твердая кора. Итак, мы вправе сказать, что условия для существования живых существ на планете выполнены только тогда, когда ее окружает настоящая, содержащая кислород и воду атмосфера.

Поэтому, если мы хотим оценить условия для существования живых существ на какой-нибудь планете, мы должны прежде всего изучить, как кислород появился в атмосфере. Так как планеты суть отделившиеся от Солнца массы, то их состав вначале должен соответствовать солнечному, а именно составу внешних слоев Солнца. Они содержат, главным образом, металлы, но также некоторые окиси, в особенности, по исследованиям Ф о у л е р а (Fowler), окиси титана и магния, далее в больших количествах водород, кислород, углерод, циан и окись углерода. Редко бывает, чтобы свободный кислород мог существовать рядом с большим излишком водорода и натрия, из которых оба последние принадлежат к так называемым восстановляю-

щим веществам, связывающим кислород. Однако при высоких температурах, господствующих на Солнце, химические соединения восстановляющих элементов—стало быть также соединение водорода с кислородом—вода, о которой у нас теперь идет речь, —разлагаются большей частью на свои составные части. Но если температура падает до 1500, —при чем еще не образуется никакой коры, —то опять наступает их соединение, и кислород потребляется. Большинство составных частей Земли, как и Солнца, принадлежит к восстановляющим элементам, а потому ко времени возникновения земной коры в окружающей газовой оболочке не могло быть налицо никакого свободного кислорода. Мы можем представить себе состав этой атмосферы, если мы рассмотрим, с одной стороны, газы Солнца и других небесных тел, в особенности комет, а с другой стороны—те, которые были поглощены расплавленно-жидкой массой в недрах Земли. Прежде чем Земля получила свою кору, вся ее масса, за исключением самого внешнего газообразного слоя, была точно такова, как ее теперешние огненно-жидкие внутренние части. Расплавленная масса находилась в прямом соприкосновении с газами и поглощала часть их. Если при вулканических извержениях выступают расплавленные массы, то они освобождают часть поглощенных газов в воздух, между тем как остальная часть остается в застывшей лаве, и ее, применяя сильный жар ради целей исследования, можно извлечь из этого минерала и собрать. Француз Альбер Брён (Brun), американец Арчер Дэй (Day) и их товарищи по работе Перре и Шеферд (Shepherd) произвели по этому предмету изыскания в широком масштабе, при чем Брён пришел даже к своеобразному выводу, что водяной пар, считавшийся прежде важнейшей частью вулканических газов, совсем не принадлежит к ним, но происходит от земной поверхности. Однако его окончательно опровергнул Дэй. Вот, как пример, анализы газов из кратера Галемаумау вулкана Килауеа на Гаваи по средним результатам многих определений:

Май 1912.

Углекислота	55,4	проц. по объему.
Окись углерода	4,3	» » »
Водород	7,7	» » »
Азот	29,6	» » »
Сернистая кислота	2,9	» » »

Декабрь 1912.

Углекислота	42,9	проц. по весу.
Азот	25,8	» » »
Вода	27,5	» » »
Сернистая кислота	3,7	» » »

Последний анализ указывает на примесь воздуха, которой, однако, по найденному количеству азота, едва хватило для образования 8% по есу воды. В числа первого анализа не внесена вода. Впрочем, большое содержание воды в вулканических газах наблюдалось многократно. Эта вода при своей конденсации поглощает значительные количества газов. Соединения фтора и хлора, аммиак и сернистая кислота растворяются в ней особенно обильно. Газовая вода такого рода содержит, по анализу, почти на 10% более фтора, чем сернистой кислоты, и содержание хлора в ней равно двум пятым содержания фтора. Количество аммиака составляло только ½% количества хлора. В этих пробах газов не оказалось ни одного из редких газов воздуха: отсюда следует, что содержащийся здесь азот происходил только из магмы, а не из воздуха.

Брён исследовал, главным образом, лавы различных вулканов. Добытые при этом газы не дают столь ясного понятия о первоначальном состоянии земной атмосферы, как те, которые непосредственно извергаются из вулканов. Вот примеры состава газов, извлеченных из лавы: 1) извергшейся из Стромболи 4-го марта 1901 года; 2) лавы известного извержения Везувия в 1906 году. Указаны проценты по объему:

	Лава Стромболи	Лава Везувия
Свободный хлор	12,8	0
Хлороводород	2,0	6,6
Сернистая кислота	4,5	12,0
Углекислота	60,2	73,8
Окись углерода	11,5	следы
Водород	0,5	7,6
Азот	6,9	следы
Болотный газ	1,6	0
	100,0	100,0

Как видно, состав газов обеих лав весьма различен. Свободного хлора в них, конечно, первоначально не могло быть, так как он, как и кислород, связывается восстанавливающими веществами. Он мог освободиться при высокой температуре из хлористого кальция действием находящейся в магме кремневой кислоты или силиката железа. Во всех случаях углекислота является главной составной частью; за ней идут сернистая кислота и хлороводород. Окись углерода, водород и азот могут быть налицо в довольно большом количестве, но иногда их почти совсем не бывает.

По Дэю и Шеферду, газы, вытекающие из горячей лавы в кратере Галемаумау, состоят из азота, воды, углекислоты, окиси углерода, сернистой кислоты, водорода и сероводорода при небольшом количестве хлористых и фтористых соединений, и, может быть, также аммиака. Приблизительно такой состав могла иметь атмосфера к тому времени, когда только что образовалась земная кора. Азот, водяной пар и углекислота были в ней главными составными частями; в высших слоях—водород. Кислорода совсем не было, на его месте имелись в большом количестве восстанавливающие газы, как водород, сернистая кислота и окись углерода. К этому нужно прибавить, что кометы содержат окись углерода, циан и углеводороды, а метеориты—аргон и гелий, и, таким образом, следует думать, что, хотя иные из этих газов не были найдены в извержениях Килауеа, но все-таки они содержались в древнейшей атмосфере, и что благородные газы нашего воздуха вместе с азотом перешли к нам из самых внешних солнечных слоев.

При такой атмосфере не могли бы существовать живые существа. Для развития организмов ей нужно было освободиться от ядов — окиси углерода, сероводорода, циана и сернистой кислоты. И это в течение веков было сделано преобразующей силой солнечного света, который произвел углерод и кислород из углекислоты. Потом, благодаря электрическим разрядам, ядовитые газы были окислены кислородом. Ведь все мы знаем, что растения строят свое тело под действием солнечного света и притом потребляют углекислоту, воду и аммиак. Этот процесс ускоряется действием зеленого красящего растительного вещества, хлорофила, при чем на-ряду с кислородом возникают: крахмал, клетчатка, сахар и белки. Эти вещества, которые, за исключением белков, принадлежат к углеводам, окончательно распадаются при своем гниении на углерод и воду; и, таким

образом, в конечном результате вызванного солнечным светом превращения углекислоты является распадение ее на обе ее составные части: углерод и кислород. Этот процесс, протекающий сравнительно быстро при посредстве хлорофила, мог бы совершиться и без него, только гораздо медленнее. В последнее время Даниэль Бертло произвел в этом смысле интересные опыты, и ему удалось без хлорофила, применяя свет с малой длиной волн, воспроизвести важный процесс, вызываемый растениями. В течение многих миллионов лет, которые геологи считают необходимыми для развития Земли, содержавшаяся в воздухе углекислота мало-по-малу превратилась в кислород и углерод. Пока в воздухе еще оставались восстанавливающие газы, как вышеназванные яды, или большие количества углеводородов или водорода, кислород тратился на их перегорание. Если бы не образовалось никакой твердой коры и ничто не мешало бы выделяющемуся кислороду проникать в расплавленную массу Земли, то он проник бы туда и соединился бы там с восстанавливающими веществами. Следовательно, отделение земных недр от окружающей газовой оболочки твердой перегородкой было важным предварительным условием для сохранения свободного кислорода в воздухе. Вторым условием для этого было настолько медленное поступление горючих газов из жерл вулканов, что их оказалось недостаточно для связывания одновременно образовывавшегося кислорода, а третье условие состояло в том, что отделившийся углерод не мог снова окислиться и связать кислород. Пока воздух содержал еще много восстанавливающих веществ, это последнее условие не имело значения и выполнялось уже само по себе. Но когда земная кора образовалась и сильная деятельность вулканов ослабела, то дело пошло так, что свободный кислород стал удерживаться в воздухе. Находившиеся прежде в воздухе восстанавливающие газы почти целиком превратились сгоранием в воду, углекислоту и серную кислоту, а азотные соединения освободили азот, который присоединился к находившемуся уже в воздухе. Тогда первые растения — вероятно водоросли — смогли перемещаться и распространяться в океане. Углекислота и соляная кислота, равно как вновь образовавшаяся серная кислота, проникли в воды и вызывали быстрое выветривание каменных пород, образуя кремнезем и кислые силикаты. Дальнейшим развитием и распространением растений был ускорен процесс образования кислорода. Над омертвевшими растениями отлагался ил и за-

щищал гниющие части от кислорода воздуха. Так началось образование ископаемых горючих веществ. Кёне в Брюсселе впервые указал на то, что существующих в земле скоплений угля и серных соединений было бы достаточно, чтобы связать весь кислород воздуха. Более близкие исследования показывают, что для этого достаточно ископаемого угля. Таким образом, как будто весь наличный кислород воздуха происходит от углекислоты, которая была в воздухе уже сначала или была доставлена вулканами из недр Земли.

Что как углекислота, так и вода постоянно освобождаются из магмы, этой огненно-жидкой части земных недр, следует несомненно из того, что кислые силикаты легче, чем основные, и потому собираются в верхних слоях магмы, где вследствие этого накопляется в большом излишке кремнезем. Соединения, содержащие воду и углекислоту, — гидраты и карбонаты — тоже легки и потому поднимаются в те же слои, что и кремнезем, разлагаются им и дают выделиться своим углекислоте и воде, которые обе летучи, между тем как происходящие из них силикаты остаются. Этот процесс происходит еще теперь всякий раз, когда появляется наружу магма, как, напр., в вулканах. Магма содержит еще теперь летучие кислоты: сернистую кислоту, хлороводород и сероводород. Они также проникают с вулканическими газами в воду и способствуют процессам выветривания каменных пород; углекислота образует карбонаты, хлороводород — хлористые соединения. Первые, большей частью, извлекаются из океана черепокожими и собираются в осадочных слоях; растворимые хлористые соединения, большей частью хлористый натрий, остаются в воде. Сероводород, который образовался, вероятно, через окисление из находящегося в магме серного железа, соединился с многочисленными, находящимися в Земле тяжелыми металлами в трудно растворимые сульфиды; отчасти же он, подобно сернистой кислоте, окислился в серную кислоту, которая, содействуя процессу выветривания, производила сульфаты, из которых гипс отлагался в осадочных породах.

Геологи раньше были того мнения, что Земля медленно охлаждается. Факты говорят, напротив, что существовали холодные периоды, ледниковые эпохи, которые сменялись теплыми периодами. Эту трудность пытались сперва устранить тем, что, по предложению Кролля, признали, что каждому ледниковому периоду в северном полушарии соответствовал теплый период

в южном и наоборот. Таким образом, средняя температура всего земного шара могла понижаться, несмотря на происходившие на обоих полушариях колебания. Однако, когда нашли следы ледникового периода на тропиках, вблизи экватора, на Килиманджаро, в Новой Гвинее и в других местах, такое объяснение стало несостоятельным. Теперь почти все склоняются к признанию того, что температура в течение последнего великого ледяного периода на всей Земле была ниже нынешней на 4—5°. Обледенение Северной Европы, Северо-Восточной Америки, Южной Америки вдоль Чилийского берега и Аргентины, равно как южного острова Новой Зеландии, происходило, повидимому, одновременно. И в течение более древних периодов алгонкинской и пермской формаций имели место ледниковые эпохи. Последняя, обнаруженная в Австралии, Индии и Южной Америке, называется Гондванской, и можно было думать, что в течение ее совсем не имело место понижение температуры в других областях, кроме названных. Однако позднейшие изыскания— как выяснил Голланд в 1912 г. в своей председательской речи на заседании Геологической секции Британской ассоциации—делают вероятным, что и это оледенение охватывало всю Землю.

Алгонкинский период является одним из древнейших отделов истории Земли, и потому кажется, что, пока была на Земле жизнь, температура Земли, взятая в целом, сохранялась неизменной, хотя и были значительные колебания между холодными и теплыми периодами. Для объяснения этих колебаний не остается ничего другого, как допустить изменения состава атмосферы и ее способности сохранять тепло. Теплые периоды устанавливались, если увеличивалось содержание углекислоты благодаря беспрерывной живой деятельности вулканов; холодные устанавливались, если атмосфера была бедна углекислотой. Поднималась температура — возрастала также и влажность воздуха и увеличивалась способность сохранять теплоту,

Получается такое впечатление, что средняя температура земной поверхности за необъятное время, исчисляемое почти 500 миллионами лет, не изменилась настолько, чтобы об этом стоило говорить. Однако внутрь по направлению к центру, по всей вероятности, распространяется медленное охлаждение. Все бо́льшие массы выдвигаются из недр Земли вулканизмом. Осадочные отложения растут все больше и больше, а внутри Земля становится пустой, так что ее кора должна постепенно

опускаться и трескаться во многих местах. Через эти трещины вырываются вулканические массы, и правильными рядами, вдоль трещин, располагаются вулканы. Там, где вулканизм предъявляет менее оживленную деятельность, расщелины сказываются горячими ключами, которые обыкновенно содержат много углекислоты, иногда сероводорода или сернистой кислоты. У трещин происходят сбросы, что проявляется землетрясениями. Сопоставляя все эти явления, удалось картографически установить местоположение трещин. Обыкновенно они идут лучеобразно и почти прямолинейно от одной точки, центра обрушивания, как трещины оконного стекла, получившего сильный удар по какому-нибудь месту. Позднее мы еще увидим, что такие характерные трещины и центры провала можно усмотреть на всех небесных телах, обладающих твердой корой и доступных для наблюдения с Земли.

Теперь мы можем дать картину развития нашей атмосферы. Сначала содержавшиеся в атмосфере газы, кроме водорода, азота и благородных газов, сильно поглощали свет и в особенности теплоту. Таким образом, и планеты, еще не окруженные никакой твердой корой, большие планеты нашей системы, обладают сильно поглощающей оболочкой из паров (сравн. рис. 12). По образовании коры воздух действием Солнца был постепенно освобожден от этих газов,— в нем остались только азот, кислород и немного благородных газов вместе с углекислотой и водяным паром, и температура стала быстро падать. Далее, как защита для тепла, осталась только углекислота. С увеличивающимся утолщением земной коры уменьшался приток углекислоты, которая, с другой стороны, тратилась на выветривание каменных пород, и температура медленно понижалась, но с явными колебаниями, так как деятельность вулканов, этих поставщиков углекислоты, не во все времена оставалась одинаковой по силе. Но так как процесс выветривания то усиливался, то ослабевал, в зависимости от увеличения и уменьшения углекислоты, то между приходом и расходом этого газа постепенно установилось равновесие. Все развитие, однако, могло итти только в направлении понижения температуры. Это было неизбежно уже потому, что должны были медленно понижаться запас энергии Солнца и, вместе с тем, излучение им теплоты. С утолщением земной коры уменьшался приток углекислоты, следствием чего было понижение растительной жизни и вместе с этим понижение притока кислорода. Но кислород тратился

также при выветривании, так как находившиеся в каменных породах железо соединения переходили в железистые соединения, связывая кислород. Таким образом, содержание этого газа в воздухе должно было пройти через максимум, а потом убывать. Было высчитано, что вся содержащаяся в воздухе углекислота была бы истрачена в несколько тысяч лет, если бы не было обеспечено постоянного ее притока из недр Земли. При процессе выветривания тратится также и вода, и к тому же тем больше, чем больше понижается температура, и чрез это ускоряется образование содержащих воду солей. Водная масса океанов между тем подавляюще громадна в сравнении с количеством углекислоты в воздухе и в морской воде, почти в 50.000 раз, и поэтому недостаток в углекислоте скажется гораздо скорее, чем в воде, хотя будет еще происходить постепенное и благодаря охлаждению все ускоряющееся высыхание планеты. Вместе с этим уменьшается влажность воздуха, а также количество осадков. Как и в ледниковый период, будут расширяться вокруг полюсов мощные ледяные поля и вмещать в себя значительную часть морской воды. Наконец, вся планета, может быть, целые миллионы лет вмещавшая в себе жизнь, станет ледяной пустыней с несколькими расщелинами на своей твердой поверхности, чрез которые будут подниматься теплые туманы, напитанные кислыми парами, и от них образуются небольшие оттаявшие пятна, отличающиеся своим более темным цветом от пустынных и ледяных поверхностей. Условия для органической жизни исчезли; планета мертва, но она не перестает совершать свой путь в небесном пространстве, предписанный ей силой тяготения.

ГЛАВА VI.

Планета Марс.

Работы Скиапарелли, Фламмариона и Лоуэлля обратили внимание широких кругов на нашу соседку, планету Марс. Многие исследователи, между ними Фламмарион и Лоуелль, считали возможным утверждать с полной убежденностью, что Марс населен высоко-разумными существами, соорудившими и поддерживающими особенные «каналы», создать которые могут лишь существа, разумом превосходящие человека.

Там есть воздух, вода и солнечное сияние, говорит Фламмарион в своем известном объемистом сочинении: «La planète Mars» (1902, стр. 515). «Нам представляется невозможным приговорить такой мир, как Марс, где налицо все жизненные условия, к такой участи», — а именно быть сухой пустыней. Несомненно, что главную роль в заключениях Фламмариона, как показывают уже выбранные им выражения, играют чувства и желания.

Марс отстоит от Солнца настолько дальше Земли, что сила освещения на нем составляет не более 43 сотых земной. Поэтому средняя температура должна там стоять гораздо ниже земной, ниже точки замерзания воды, и потому трудно себе представить, чтобы там была растительность — по Лоуэллю (см. его сочин. «Марс и жизнь на нем», 1909) вблизи полюсов, а по Фламмариону вообще на всем Марсе около каналов.

Но вопрос был возбужден, а потому вполне естественно. что астрономы воспользовались особенно благоприятными обстоятельствами при последнем приближении Марса в 1909 году, гораздо более удобными, чем когда-либо за истекшие 17 лет, и направили на нашего сияющего красным блеском небесного соседа свои инструменты. весьма усовершенствованные в последнее время.

Еще и прежде многие астрофизики, и между ними самые выдающиеся представители своего дела, бесчисленное множество раз исследовали Марс при помощи своих спектроскопов в связи с вопросом о наличности там водяного пара. В солнечном спектре обнаруживается много так называемых дождевых полос, которые возникают, если попадающий в спектроскоп свет прежде прошел через влажный воздух. Чем влажнее воздух, тем резче становятся эти дождевые полосы. Наблюдая сперва спектр Луны, которая совсем лишена атмосферы и потому тоже вполне свободна от водяного пара, а потом спектр Марса, непременно должны были увидеть разницу обоих спектров, если только атмосфера Марса содержит водяной пар в сколько-нибудь значительных количествах. Дождевые полосы солнечного света должны были бы значительно усилиться в отраженном от Марса солнечном свете, так как этот свет от Солнца к Марсу и от Марса к нам дважды проходит сквозь атмосферу Марса, тогда как в лунном свете они должны остаться неизменными. Правда, дождевые полосы видны в обоих случаях, так как влажность земного воздуха не может быть устранена при наблюдениях, но она строго одинакова в обоих случаях. Два всемирно знаменитых исследователя, Геггинс и Жансен, произвели такое наблюдение и, по их мнению, доказали, что водяной пар на Марсе имеется. С другой стороны, выдающийся нынешний директор Ликской обсерватории Кэмпбелль (Campbell) в 1894 году и французский астроном Маршан в 1896 и 1898 годах не нашли никакого указания на воду в атмосфере Марса, а они могли наблюдать при чрезвычайно благоприятных условиях: их места наблюдения лежали на 1.283 и 2.860 метров над уровнем моря.

Конечно, наблюдения были бы значительно определеннее, если бы земной воздух не содержал никакой влажности. Тогда вообще лунный спектр не обнаружил бы никаких дождевых полос, и его вовсе не нужно было бы привлекать к сравнению со спектром Марса. Но избегнуть содержащегося в воздухе водяного пара невозможно; правда, можно уменьшить его влияние, если производить наблюдения на высоких горах или в пустынях, где воздух сравнительно сухой. Поэтому такие наблюдения, произведенные в сухом воздухе, заслуживают более доверия, чем произведенные в сравнительно сыром, а это как раз можно сказать про наблюдения Кэмпбелля и Маршана, так как и те и другие производились в сухом воздухе, и они

как раз заставляют сомневаться в существовании на Марсе водяного пара в измеримом количестве.

Позднее Кэмпбелль и Килер (Keeler) применили улучшенный метод. Они фотографировали спектры, но ни одному из них не удалось усмотреть водяной пар в атмосфере Марса.

Фотографический метод имеет большие преимущества в сравнении с непосредственными наблюдениями глазом. Фотографии можно положить рядом и спокойно делать очень точные измерения. Их можно сберегать на какое угодно время. Далее можно выбрать момент, когда наблюдаемые светила стоят одинаково высоко на небе, и потому отражаемый ими солнечный свет будет проходить одинаковую длину пути чрез содержащий воду воздух Земли.

Поэтому весьма приятно, что для проверки своего взгляда Лоуэлль мог применить великолепные вспомогательные средства, которыми он располагает в своей Флагстаффской обсерватории, находящейся в пустыне Аризоны, на высоте около 2.200 метров над морем. В январе и феврале месяцах точка росы лежит там около—7°, а это значит, что на кубический метр воздуха там приходится 2,8 граммов воды, тогда как насыщенный влажностью воздух содержит при 0° почти вдвое более, а именно 4,8 граммов на кубический метр. Слайфер, работавший в обсерватории Лоуэлля, увеличил чувствительность своих фотографических пластинок до крайней степени возможного и снимал спектр Марса в январе и феврале 1908 года. Каждый раз он находил в нем важнейшие дождевые полосы выраженными гораздо сильнее, чем в спектре Луны, снятом в ту же ночь несколько позднее. Весьма замечательно, что только лежащая в красном, обозначенная «*a*» дождевая полоса обнаруживала ясное различие в обоих спектрах. По другим дождевым полосам нельзя было усмотреть какого-либо указания на содержание воды в атмосфере Марса. Но это не противоречит наблюдениям Кэмпбелля и Килера. Эти исследователи рассматривали не полосы «*a*», но другие дождевые полосы, и возможно, что линия «*a*» чувствительнее к водяному пару, чем другие.

Результаты Слайфера были настолько ценны, что обязательно нужно было их проверить как можно точнее. Обратились к известному физику Вери, и он точно вымерил линии на фотографиях и из их интенсивности вывел, что в атмосфере Марса содержалось в 1,75 раз больше воды, чем в земном воз-

духе у места фотографической съемки. Отсюда можно следующим образом рассчитать, сколько водяного пара содержится в воздухе Марса у его поверхности. Вертикальный воздушный столб, с основанием в один квадратный метр, содержит приблизительно в 2.500 раз больше водяного пара, чем кубический метр воздуха у поверхности Земли. На месте съемки воздух содержал 2,29 граммов на кубический метр, и там, стало быть, приходится 5725 гр. водяного пара над каждым квадратным метром земли. Хотя воздушная оболочка значительно выше, но мы, следуя Ганну, считаем воздушный столб только в 2500 метров, так как содержание воды в воздухе на большой высоте—ничтожно малое, вследствие слишком быстрого понижения температуры кверху (сравн. стр. 62). Сила тяжести на Марсе в 2,68 раз меньше, чем на Земле, и потому температура понижается кверху медленнее тоже в 2,68 раз. Следовательно, воздушному столбу в 2.500 метров на Земле,—на Марсе соответствовал бы столб в 2,68 раз более высокий, т.-е. в 6.700 метров высоты, и потому в одном кубическом метре воздуха Марса у его поверхности содержалось бы $\frac{1}{6700}$ часть находящегося во всем столбе водяного пара. Во время же съемки Марс не стоял в зените. Идущий от него световой луч пробегал чрез земной воздух путь в 1,43 раз длиннее, чем если бы он исходил от точки в зените. Поэтому воздушный столб, лежащий в направлении наблюдения, содержал $5725 \times 1,43 = 8186$ граммов водяного пара. В воздушном столбе на Марсе водяного пара было в 1,75 раз больше $= 14300$ гр., а потому кубический метр воздуха на поверхности Марса содержал $\frac{14300}{6700} = 2,12$ граммов. Точка росы на Марсе лежит по этим наблюдениям при $-10,3^0$. В настоящее время вообще принято думать, что климат на Марсе имеет характер климата пустыни, и возможно, что во время этих наблюдений он почти соответствовал чрезвычайно сухому климату у Большого Соленого Озера, в Северной Америке, в средине лета, когда воздух содержит там только 31% количества влаги, необходимого для его насыщения. При таких условиях воздух у экватора Марса имел бы $5,3^0$ теплоты в полдень.

Само собой разумеется, все это было не очень утешительно для Лоуэлля. Если в полдень при отвесно падающих солнечных лучах температура не выше 5 градусов, то средняя температура дня и ночи в этом ясном разреженном воздухе должна

даже среди лета быть значительно ниже нуля, а в таком случае о растительности на Марсе нечего и думать. Несмотря на это, Лоуэлль видит в измерениях Слайфера подтверждение своего мнения, что на Марсе обитает разумное население, которое даже до полярных кругов распространяет сильно зеленеющую растительность и поддерживает ею свое существование.

Между тем Кэмпбелль сделал еще шаг дальше, чем Слайфер. В сентябре 1909 года Марс занимал положение, весьма удобное для наблюдения. При поддержке одного богатого любителя, Крокера, который при различных случаях доставлял огромные, даже и на американский масштаб, средства для путешествий с целью астрономических исследований, Кэмпбелль снарядил экспедицию в Калифорнию, на гору Витней, высотою до 4420 метров, самый высокий пункт в Северной Америке. Его сопровождала солидная ученая свита, к которой принадлежал доктор Аббот, директор обсерватории Смитсонианского Института, и известный немецкий астроном Альбрехт. Члены экспедиции много страдали от горной болезни и от трудности путешествия. Ветер был бурный, около 25 метров в секунду, и холодный, t° ночью ниже 0°. Воздушное давление было только 447 миллиметров. Ночью во время съемки влажность воздуха доходила до 0,5—0,9 грамм. в кубическом метре, стало быть, была меньше от $2^1/_2$ до 4 раз, чем при съемках Слайфера. Луна и Марс были сфотографированы через очень короткий промежуток времени друг за другом, и каждый раз в двойном снимке. Полоса «*a*» проявилась на фотографиях отчетливо, и в спектрах Марса, сравнительно с лунными спектрами, нельзя было заметить никакого следа ее усиления. Другие дождевые полосы давали такую же картину. Характерные для кислорода полосы казались равно одинаковыми в обоих спектрах, однако Слайфер думал, что заметил — правда, самую ничтожную — разницу, которая будто бы говорила за присутствие кислорода на Марсе. Само по себе в этом не было бы ничего невероятного, но всетаки количество кислорода на Марсе должно быть очень скудным.

По другим наблюдениям и данным как Кэмпбелля, так и Слайфера, различие в спектрах Луны и Марса должно быть заметно, если содержание воды в воздухе Марса одинаково с земным во время и на месте наблюдения. Это содержание, как отмечено во время снимков на горе Витней, было приблизительно в три раэа меньше, чем при снимках на Флагстаффе.

Из последних можно было заключить, что количество воды в атмосфере Марса в 1,75 раз больше, чем в земном воздухе. Итак, по наблюдениям Кэмпбелля, в кубическом метре воздуха Марса при Солнце, находящемся в зените, может содержаться не более 0,4 граммов воды. Это соответствовало бы температуре таяния — 28° или действительной температуре — 17°, при предположении, что там настоящий климат пустыни со степенью насыщения воздуха только в 31%. Эта температура вероятно еще выше, чем средняя температура дня и ночи в летний день, так как фотографии были сняты во время полудня на Марсе.

По всему этому ясно, что нам нельзя признать Марс за обитель, назначенную для живых существ. Возможно, что там есть скудные следы кислорода в разреженном воздухе. Низкая температура и скудно отмеренный водяной пар образуют неодолимое препятствие для существования даже простейших организмов в экваториальной области Марса. Разница между температурой дня и ночи, при климате пустыни, должна быть чрезвычайно велика. Возможно, что температура днем — а он на Марсе почти такой же длины, как и земной (по Лоуэллю, вращение продолжается 24 часа 37 минут 22,6 секунд)—выше точки замерзания; но всякая жизнь, которая там, может быть, развивалась, была бы безжалостно уничтожена ужасным ночным холодом.

При точной проверке условий работы Слайфера, Кэмпбелль нашел причину, почему его фотографии показали воду на Марсе. Слайфер делал снимки Луны ночью приблизительно четырьмя часами позднее, чем снимки Марса. Во время всех съемок, исключая одной, в воздухе стояли облака. Стало быть, в воздухе содержалась вода, и степень его влажности должна была изменяться с быстро падающей температурой в течение ночи. Кэмпбелль даже в ясные ночи, во время своих снимков наблюдал, что влажность воздуха в часы до полуночи понижалась наполовину или третью часть через несколько часов после солнечного заката. Убыль эта во всяком случае ограничивается тем воздушным слоем, который лежит выше и вокруг места наблюдения. Но так как концентрация влажности весьма сильна именно в глубоких слоях, то изменение ее должно быть принято во внимание. Или — что еще лучше — нужно избегать снимков в первые ночные часы, а затем очень быстро один за другим фотографировать спектры Марса и Луны. Вот те пра

вила предосторожности, которым следовал Кэмпбелль, но не Слайфер. Что Слайфер нашел признаки меньшего содержания воды на Луне, чем на Марсе, объясняется во всяком случае тем, что он снимал первую около полуночи, а последний—вскоре после солнечного захода, около 7 часов, когда в земной атмосфере больше водяного пара, чем в полночь. Отсюда видно, как какой-нибудь ничтожный недосмотр, который может, конечно, постигнуть астронома, но не метеоролога, в состоянии испортить работу, в остальном выполненную чрезвычайно тщательно.

Кэмпбеллю, на критику измерений обсерватории Лоуэлля, Вери ответил указанием, что метеорологические условия на горе Витней во время исследований Кэмпбелля были весьма неблагоприятны; что во всей юго-западной части Соединенных Штатов и Мексики была в то время пасмурная погода с проливными дождями; что влажность распространилась также и в высших воздушных слоях над горой Витней, и потому исчисления содержащейся в ней воды были совсем сомнительны.

Одновременно (август 1910) Вери опубликовал новые проверенные измерения пластинок Слайфера, снятых в феврале 1908 года. Вери твердо установил, что дождевая полоса «*a*» на Марсовой пластинке в 2,5 раза сильнее, чем на лунной, и что обе кислородные полосы «*B*» были в таком же отношении друг к другу, как полосы «*a*». Отсюда он считал доказанным, что в атмосфере Марса и водяной пар, и кислород налицо в большом количестве.

Между тем Кэмпбелль продолжал свои опыты. При прежних приемах, измерения весьма затруднялись тем, что линии поглощения водяного пара как на Марсе, так и в земном воздухе лежали в спектре на одном и том же месте. Но для устранения этого затруднения есть путь, на который указал Кэмпбелль уже в 1896 году. Если Марс приближается к Земле или удаляется от нее с достаточной скоростью, то все солнечные линии в его спектре перемещаются. На основании этих смещений можно вычислить скорости таким же образом, как и из известных движений Земли и Марса, и оба расчета дали вполне согласные результаты. Так, 26—27 января 1910 года относительная скорость Земли и Марса равнялась 19,1 километров в секунду по астрономическому расчету и 19,2 килом. по спектроскопическому измерению. За 3—4 фе-

враля оба расчета дали разницу только в один километр. Итак, надежность этого метода доказана. Исследование линий водяного пара и кислорода не обнаружило, что эти вещества находятся в атмосфере Марса. Кэпмбелль думает, что линии этих веществ в спектре Марса были бы замечены, если бы по интенсивности равнялись хотя бы пятой части соответствующих линий земного происхождения. Преимущество этого метода состоит в том, что линии Марса и земные линии лежат непосредственно друг подле друга на одной и той же пластинке, так что вполне исключается всякое сомнение относительно различной чувствительности пластинок или различного времени экспозиции, или состояния атмосферы.

Из этих данных, зная содержание воды в воздухе у места наблюдений (1,9 гр. в кубическом метре), зенитное расстояние Марса (55′) и направление падающих на Марс солнечных лучей (70° к поверхности Марса), можно рассчитать, что содержание водяного пара на Марсе было только 0,12 гр. в кубическом метре, что соответствует температуре насыщения в —38° и температуре — 27° для воздуха с 31% влажности. Количество кислорода на поверхности Марса не превышает приблизительно шестнадцатой доли соответствующего содержания в земном воздухе. Эти определения строже, чем какие-либо прежде выполненные, и дают для поверхности Марса температуру, которая на десять градусов ниже самой низкой из вычислявшихся раньше. Затем, нельзя не считаться с тем, что Солнце в сентябре месяце 1909 года при этом определении стояло на Марсе почти в зените, тогда как январское и февральское определения 1910 года относятся к местности, где солнце взошло приблизительно только за 4½ часа до времени наблюдений, а потому полученные результаты довольно близки к средней температуре дня и ночи, может быть несколько больше. С тех пор не сделано определений, которые по точности могли бы равняться с последними определениями Кэмпбелля. Итак, их следует считать решающими.

По силе солнечного света легко можно вычислить температуру поверхности какой-нибудь планеты, если в ее воздушной оболочке нет никаких задерживающих теплоту газов. Самые главные из таких газов—это водяной пар, количество которого, как мы только что видели, крайне ничтожно в атмосфере Марса, и углекислота, которая, по приводимым ниже основаниям, тоже, вероятно, там представлена очень слабо. Такие расчеты

выполнил прежде всего Христиансен в Копенгагене. Он принял солнечную постоянную, т.-е. количество энергии солнечного света, проходящее в минуту через квадратный сантиметр перпендикулярной к лучам поверхности при среднем удалении Земли от Солнца, равной 2,5 калории. На Марсе при соответствующих условиях энергия солнечного освещения равна только 1,1 калории. Поверхность нагревается до тех пор, пока сама не начинает излучать в холодное пространство столько теплоты, сколько она получает от Солнца. Расчет дает для всей поверхности Марса среднюю температуру в —37°. В области, где Солнце стоит в зените, температура могла бы, если бы теплота не уходила в пространство, достигать в среднем для суток около +8°, а в полдень, пожалуй, и несколько больше. Но вряд ли там температура поднимается даже до точки замерзания, так как теплота быстро уносится легко подвижным воздухом. Вышеуказанная средняя температура в —37° в общем вполне совпадает с наблюдениями Кэмпбелля на горе Витней.

Позднейшие точные определения силы солнечного излучения, сделанные Абботом, Ангстрёмом и другими, показывают, что вышеприведенная оценка солнечной теплоты приблизительно на 20% выше истинной. Если солнечную постоянную принять круглым счетом за две калории, что, пожалуй, слишком высоко, то средняя температура на Марсе дойдет до 50° ниже 0°. В экваториальных областях она может достигать до —8°, а в полдень стоять на несколько градусов выше нуля. Напротив, у полюсов, где солнце целый месяц среди лета стоит над горизонтом, температура могла бы подняться выше, до +8°, если бы воздушные течения не уносили теплоту. Само собой разумеется, это имеет место, и температура будет, конечно, оставаться довольно близкой к точке замерзания. Поэтому, может быть у полюсов Марса в течение короткой средины лета и могут прозябать какие-нибудь низшие растения (снеговые водоросли и тому подобное).

Если мы, опираясь на авторитет Лоуэлля, Вери и других, принимали до сих пор за среднюю температуру Марса + 10°, то это случилось потому, что мы считали возможным предположить в атмосфере Марса большое количество газов, сохраняющих теплоту. Это предположение теперь не более допустимо, чем вера в высокую температуру на Марсе. Вероятно средняя температура Марса, точно так же, как и Земли, на самом деле

градусов на десять выше только что упомянутых расчетов. Во всяком случае она будет около—40°, так как весьма ясный воздух Марса пропускает все солнечные лучи, и в нем не содержится ни водяного пара, ни, повидимому, углекислоты, ни других сохраняющих теплоту газов. Средняя летняя температура у экватора Марса (по Кэмпбеллю —27°) могла бы быть приблизительно на 13° выше средней температуры всей планеты. Это походило бы на земные условия, так как здесь наибольшая температура у экватора в июле равна + 27°, при средней в + 16° для всей Земли.

Итак, мы должны совершенно изменить наши представления о Марсе. Уверенность, что органическая жизнь — зеленые растения, как предполагает Лоуэлль — является причиной зеленой окраски так называемых морей на Марсе или что красноватый цвет происходит от пурпурной окраски осенней листвы, как думает Фламмарион,—эта уверенность изгоняется в область мечтаний. Кто не считает так называемые каналы действительными каналами в целях навигации или орошения или только обманом, уничтожаемым фотографией (рис. 17), тот принимает их за трещины. Как и в земной коре, они разбегаются почти прямолинейно или неравномерно-искривленными дугами (рис. 16). Фламмарион рассказывает, что знаменитый физик Физо считал каналы трещинами во льду какого-нибудь моря на Марсе. В 1888 году Пенар высказал более вероятное предположение, что это трещины, соответствующие трещинам в земной коре. Фламмарион, однако, утверждает, что земные трещины не могут быть так прямолинейны, как каналы. Это совершенная ошибка, как и показывает рисунок 15. Указывают также на их непостижимую длину. Напр. канал Физон имеет 3620 килом. длины (Лоуэлль). Длиннейшая из известных произведенных землетрясением трещин, около которой тотчас же сдвинулись глыбы земной коры, имеет в длину 600 килом. От этой трещины произошло сильное Калифорнское землетрясение в апреле 1906 года. Однако несомненно существует мощная трещина, которая идет на север и юг прямолинейно по Чилийскому побережью от Арики до Магелланова пролива, длиной около 32 градусов широты или около 3650 килом. Эта трещина почти столь же длинна, как и Физон на Марсе. И такие же трещины проходят вдоль всего берега Тихого океана. Мы еще не вполне точно знаем их расположение, так как длинные полосы проходят под морем и по странам, которые еще не принадлежат никакому

культурному народу. Как пример небольшой трещины, может служить снятый Седергольмом вид Зегельскэра, к востоку от Гангё, в Финляндии (рис. 14). Изучение землетрясений, проходящее в последние годы с большим и все возрастающим интересом, наверно откроет трещины всевозможных протяжений. Впрочем, твердая кора на Марсе, без сомнения, несколько толще земной коры, так как охлаждение там ушло вперед дальше, чем здесь, а потому расщелины, произведенные тре-



Рис. 14. Узкая бухта на западной стороне Зегельскэра к востоку от Гангё в Финляндии. Бухта возникла потому, что лед унес один из лежащих между трещинами участков. Фот. Седергольма.

щинами на Марсе, должны быть более растянуты в длину и ширину. Этому же способствует меньшая тяжесть на Марсе (три восьмых тяжести на земле) и кривизна его поверхности, которая вдвое сильнее земной. Представьте себе два сферических свода, из которых один построен из более длинных и широких клинообразных камней, при меньшем наполовину радиусе, да к тому же еще нагружен только на одну треть в сравнении с другими. Ясно, что без боязни обвала, пролет можно взять у первого гораздо больше, чем у второго. Иначе говоря: если на Марсе уже суждено быть обвалу, то опускание должно распространиться на гораздо большую площадь,

чем какая потребна для этого на Земле. А потому трещины в твердой поверхности Марса вообще будут длиннее, чем соответственные образования на Земле.

Более точное исследование большой трещины в Калабрии показало, что она состоит из целой сети меньших прямолинейных трещин, как это явствует из рис. 15, заимствованного из работ известного финского геолога **Седергольма**.

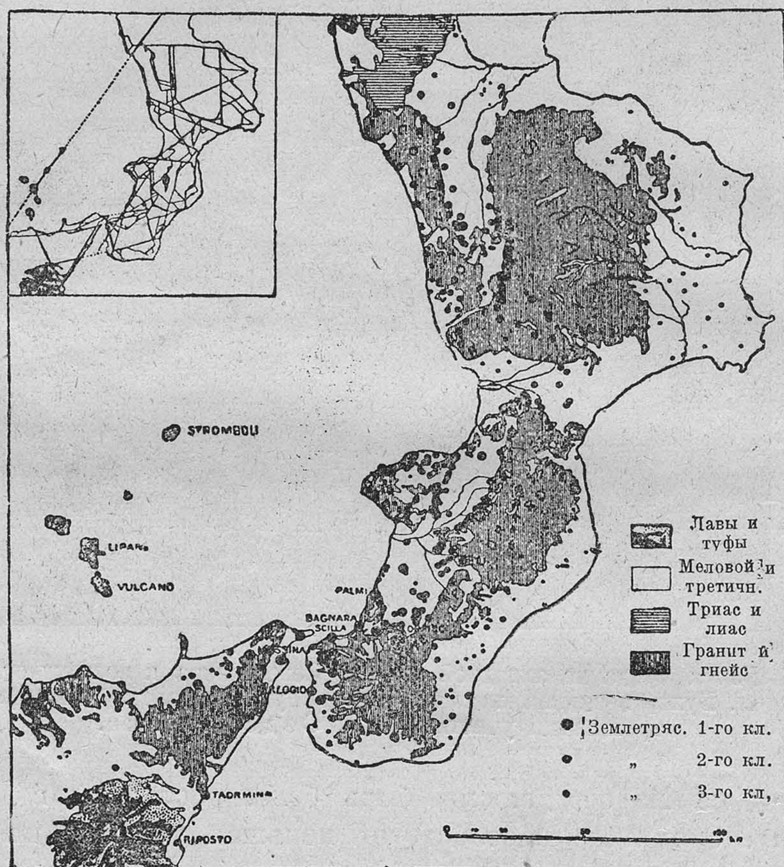


Рис. 15. Области землетрясений в Калабрии и в Сицилии. На бо́льшей карте указаны пострадавшие места, а на меньшей—линии землетрясений. По Седергольму.

На этой карте также видна одна из обозначенных **Зюссом** радиальных трещин (см. «Образование миров». Изд. «Матезис», рис 15, стр. 31), направление которой под морем указано пунктиром. Изображение слева, вверху, в углу рис. 15, обнаруживает удивительное сходство с данным **Скиапарелли** рисунком Марса в проекции Меркатора (ср. карту Марса, рис. 16 в конце книги). На обоих видны многочисленные

параллельные трещины, и соответствующие двойным каналам линии. Не каждая трещина имеет подле себя параллельно идущую линию, да и на Марсе не каждый канал удвоен: обыкновенно появляется только один из обоих каналов, иногда же исчезают оба.

Подобно тому как радиальные трещины, воспроизведенные на чертеже Зюсса, направляются к Липарским островам, так и на Марсе различные каналы соединяются в так называемом озере (Лоуэлль именует эти образования рощами или оазами), которое, очевидно, есть центр провала. (На рис. 16 и 16а можно видеть много таких мест). Само собой разумеется, что не все точки, где пересекаются каналы, будут местами провалов.

Итак, мы приходим к выводу, что каналы Марса соответствуют геологическим сбросовым трещинам Земли. Из этих трещин выступают наружу газы, которые освобождаются при охлаждении Земли или Марса и которые поднимаются также из жерл вулканов. Прежде всего, это — водяной пар, потом углекислота и в значительно меньших количествах содержащие серу газы и хлороводород. Они струятся из трещин в областях, которые, в геологическом смысле, еще совсем недавно были театрами вулканической деятельности. В сбросовых трещинах возникают озера и речные потоки, как это, например, можно видеть в Швеции, особенно около Стокгольма.

Допустим, что Земля медленно охлаждается. Бо̀льшая часть трещин скрыта слоями более или менее рыхлых каменных пород. В сбросовых трещинах скопляется вода из окрестностей, а иногда и из недр Земли, и эта вода размывает рыхлый камень. Возникает обыкновенная, плоская земная борозда. Вода уносит к морю растворенные соли. По мере охлаждения Земли начинает замерзать море. Каждое лето оно немного оттаивает на поверхности, как теперь в полярных областях. Наконец, все море промерзло до самого дна, и теперь морской лед можно рассматривать, как горную породу, у которой нет налицо ни сбросов, ни сдвигов, и которая приняла совершенно ровный наружный вид. Летом при сильном солнечном сиянии море оттаивает, равно как и материковые воды, которые несут растворенные в них соли в верхний слой морской воды. С приближением зимы море замерзает снова, но не с поверхности, как наши озера, а со дна кверху, так как обыкновенная морская вода наиболее плотна ниже своей точки замерзания, а пресная вода, напротив, выше. Поэтому оно промерзает от старого льда

на дне — кверху, и верхняя вода становится, наконец, концентрированным соляным раствором, из которого выделяются соляные кристаллы и лед при дальнейшем понижении температуры.

Так, приблизительно, обстоит дело с неглубокими водными бассейнами, которые соответствуют соляным озерам в наших пустынях. Вследствие большого холода и большой траты воды на выветривание горных пород (при чем в огромнейшем количестве тратится также углекислота) на Марсе почти совсем прекратились осадки. Наличное количество воды проникает из недр планеты у трещин. Содержащиеся в ней хлороводород и углекислота образуют в почве соли: поваренную соль (хлористый натрий), хлористый кальций и хлористый магний, равно как карбонаты, которые все находятся в обыкновенной морской воде, куда их приносят реки. Известковые соли и соли магния не поглощаются черепокожими животными, как в наших морях, и выделяются, как углекислые соли. Летом, под сильными лучами Солнца, вода отчасти испаряется в разреженном воздухе. При той же температуре испарение на Марсе должно бы происходить, по меньшей мере, в двенадцать раз скорее, чем на Земле, но при господствующей там более низкой температуре испарение будет происходить несколько медленнее, чем на Земле. Соли не испаряются, и вдоль трещин возникает ряд усыхающих соляных озер, в роде описанных Гедином обыкновенно мелких, иногда высохших озер в пустынях центральной Азии. Да и климат на Марсе характерно пустынный. Наконец, в более глубоких местах водных потоков остается концентрированный соляной раствор, который с усилением концентрации все с бо́льшим трудом выделяет воду, и в самых глубоких местах кристаллизуются те соли, которые наиболее прочно удерживают воду. Если зимний холод достаточно силен (—55°), то из концентрированных растворов, которые содержат, главным образом, хлористый кальций, выделяется даже лед. Но и при этих крайне низких температурах в разреженном воздухе еще может происходить испарение, и часть выкристаллизовавшегося льда исчезает, чтобы снова отложиться у удаленного от Солнца полюса, на самых холодных местах планеты. Тогда там, вдаваясь в замерзшее море, образуется из инея и снега белая полярная шапка, которая в южном полушарии Марса, где зима бывает во время удаления Марса от Солнца, достигает до 38° широты, в северном же полушарии только до 58° (см. рис. 17 и 18), так как зима здесь приходится на время приближения к Солнцу,

а потому и охлаждение не так сильно (рис. 18). Нечто подобное происходит и на Земле, но здесь это выражено не так резко.

Вблизи этих снежно-белых полярных шапок, будь там твердая земля или море, лежат крепко замерзшие воды под покровом чрезвычайно жадных гигроскопических солей: хлористого кальция, хлористого магния, хлористого натрия.



Рис. 17. Увелич. и ретушир фотография Марса Лампланда.

Если приходит лето и шапка нагревается, то иней испаряется и в окрестности распространяется сравнительно влажный воздух. Тогда там часто можно наблюдать образование тумана. При этом почва на краю полярного снега принимает темный оттенок (рис. 18). Иногда в полярных шапках выступают также каналы и озера, которые производятся горячими поднимающимися из трещин парами (рис. 19). Влажный воздух проходит над солями, они набирают воды и, расплываясь, превращаются в концентрированный раствор. От полюсов идут все новые количества водяного пара: они стремятся перетекать к противо-



Рис. 18. Вид Марса 8 апреля 1907 г. По набл. Кэниссе. Под одним из полюсов ясно виден темный край.

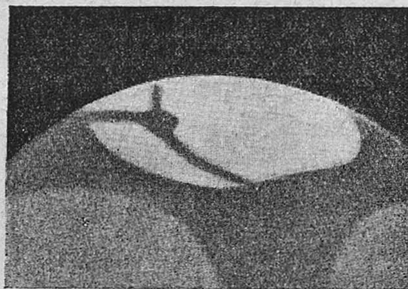


Рис. 19. Пятна на южном полюсе Марса 10 июля 1909 г. По наблюд. Жарри Делож.

положному лежащему в области зимы полюсу, все ближе продвигаются к экватору и, наконец, переходят через него. На своем пути они постепенно превратили в жидкое состояние соли в углублениях трещин, из которых они вышли, и особенно в глубоких понижениях на местах скрещивания трещин, где лежат центры провала, так называемые оазы. Лоуэлль на-

блюдал, что таким образом каналы от 78° сев. широты до экватора наполняются водой в 52 дня.

Объяснить это своеобразное явление при помощи теории каналов чрезвычайно трудно. Чтобы вода шла вперед, нужно, чтобы поверхность Марса была совершенно ровной или, по крайней мере, почти ровной и чтобы обитатели гнали талую воду с полюсов при помощи гидравлических машин. Каналы бывают различной ширины, по данным Лоуэлля до 16 килом. шириной, по Фламмариону от 60 до 300 килом., что, конечно, слишком много. Один и тот же канал бывает различной ширины в различные годы, иногда может даже исчезнуть. При малом притоке водяного пара гигроскопические слои расплываются только в самой рытвине канала; чем больше пара проходит над каналом, тем большее количество солей расплывается в притягиваемой воде и делается видимым благодаря потемнению. То же самое можно сказать и о внутренних озерах — оазах. Водяной пар течет дальше и увлажняет канал во всю его длину, идет ли он ровно или местами опускается и поднимается.

В настоящее время все согласны, что материки на Марсе обладают пустынным климатом, и потому, вероятно, как и наибольшая часть пустынь на Земле, представляют из себя плато, построенные из расположенных ступенями слоев. Лежащие высоко породы измалываются ветром в тонкий песок. Никакое море не отлагает больше осадочных слоев на мертвой планете. На нее заносится только тихо сыплющаяся космическая пыль, в которой содержится железо, отчасти в металлической форме, отчасти в виде светлозеленой соли закиси. На Земле, в глубочайших слоях моря, куда не заносится никакое вещество с соседних берегов, тоже найдены были содержащие железо осадки, о метеоритном происхождении которых можно заключить по известным находящимся в них минералам. Содержащийся в воздухе Марса кислород превращает железо в окись, которая, смотря по мелкости своего дробления, принимает различные цвета. Преобладает обыкновенно цвет, называемый охрой. Марс описывается также как охряной по цвету, а потому Дросс полагает, что там почва смешана с железной окисью. Тончайшая пыль железной окиси желта, а большие кристаллы имеют у нее фиолетовый оттенок. На Марсе часто видны отдельные места, покрытые желтым покровом, стало быть, совсем тонким песком железной окиси, кото-

рый, может быть, перемешан с другим песком, менее окрашенным, развеваемым ветром пустыни по большим площадям Такое облако пыли, раскинувшееся над большими площадями Марса, описано Антониади, наблюдавшим его в Париже осенью 1909 года (рис. 20). Подобное же явление видел до него Пикеринг и другие. Из всей поверхности Марса, вообще говоря, можно с удобством изучать только полярные и центральные части. Экваториальные области, отстоящие на 40° или 50° от места, над которым находится Солнце, бывают окутаны тонким белым покровом тумана. Как только Солнце покидает зенит и проходит половину пути к горизонту, водяной пар выпадает в самых нижних слоях воздуха—доказательством того, что в атмосфере Марса нет сколько-нибудь значительных количеств сохраняющих теплоту газов. Такой туман никогда не простирается до близких к полюсам мест, белые шапки которых ясно видны во всякое время: это показывает, что Солнце не обладает уже достаточной силой для изменения температуры и количества водяного пара в этих областях, где оно не поднимается достаточно высоко над горизонтом и где высота его изменяется мало. Это же явление замечается и на других покрытых снегом местах, хотя бы они и не лежали очень близко к полюсам.

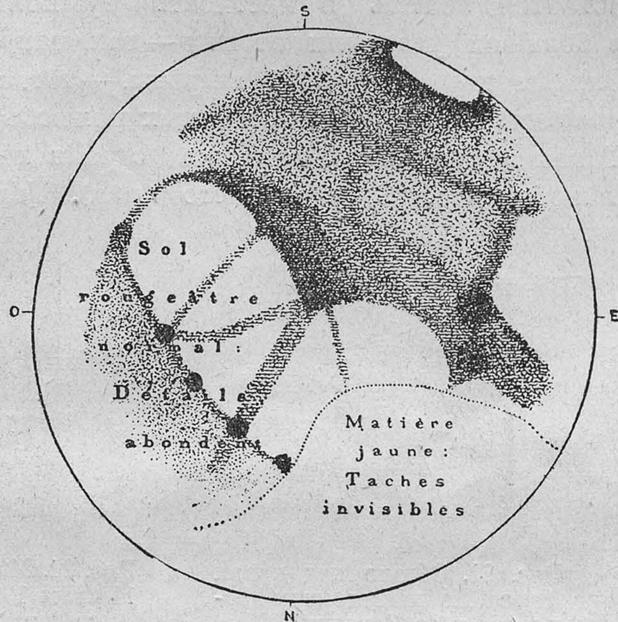


Рис. 20. Вид Марса по набл. Антониади в 1909 г. Весь диск несколько завуалирован. Внизу детали скрыты за песчаными облаками.

Если приток водяного пара скуден, то выступают только самые широкие каналы. Вообще они не являются двойными, так как один из каналов-близнецов постоянно виден слабее, чем другой. Лоуэлль считает доказанным, что из двух параллельных каналов всегда сначала выступает один и тот же канал, и что его длина постоянно остается одинаковой. Это как

раз противоположно тому, что видел раньше Скиапарелли. Вследствие малого содержания воды в воздухе настоящие облака на Марсе бывают видны весьма редко. Рис. 21 показывает такое облако на краю Марса. Упомянутые выше туманы часто отмечаются как облака. Это часто случалось с Пикерингом.

Повидимому, на Марсе есть и горы. Снег или иней часто остается лежать в местностях у полюсов, а иногда даже в большом удалении от них — так, напр., на большом острове Эллады на 40° южной широты, — тогда как в окрестностях полюсов и даже иногда у самых полюсов (южного) он исчезает. Такая покрытая льдом горная страна лежит близко к южному полюсу (рис. 23, у верхнего края). Там, где остается лежать

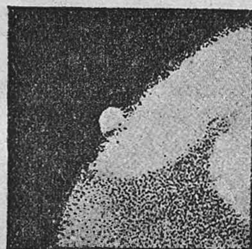


Рис. 21. Облако над краем Марса. По наблюдениям Молесворта 7 марта 1901 г.

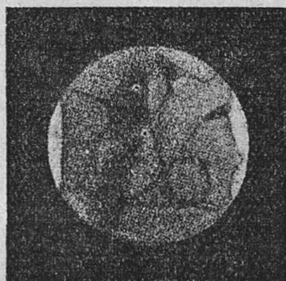


Рис. 22. Марс по набл. Лоуэлля 11 июля 1907 года. На темных местах также заметны каналы.

снег, может происходить и слабое образование глетчеров. А потому весьма многие наблюдатели думают, что на Марсе можно предположить горы, хотя и умеренной высоты. Кэмпбелль даже видел их до 3.000 метров высоты. Лоуэлль, который тщательно искал гор по краям освещенных частей Марса, думает, что если они есть, то возвышаются над окружающей равниной не больше, чем от 600 до 900 метров. Само по себе невероятно, чтобы все более значительные неровности на Марсе могли совершенно сгладиться. Если даже выветривание происходило с давних пор, то оно все-таки уже давно проявлялось в слабой степени, к тому же на Марсе не было также и воды, чтобы смывать выветрившиеся массы в долины. При этих условиях только пустынный ветер может медленно сглаживать своим песком все неровности, но едва ли он задевает плоскогория. Если не считать, что Марс представляет почти полную равнину, — что, однако, уже само по себе в высшей

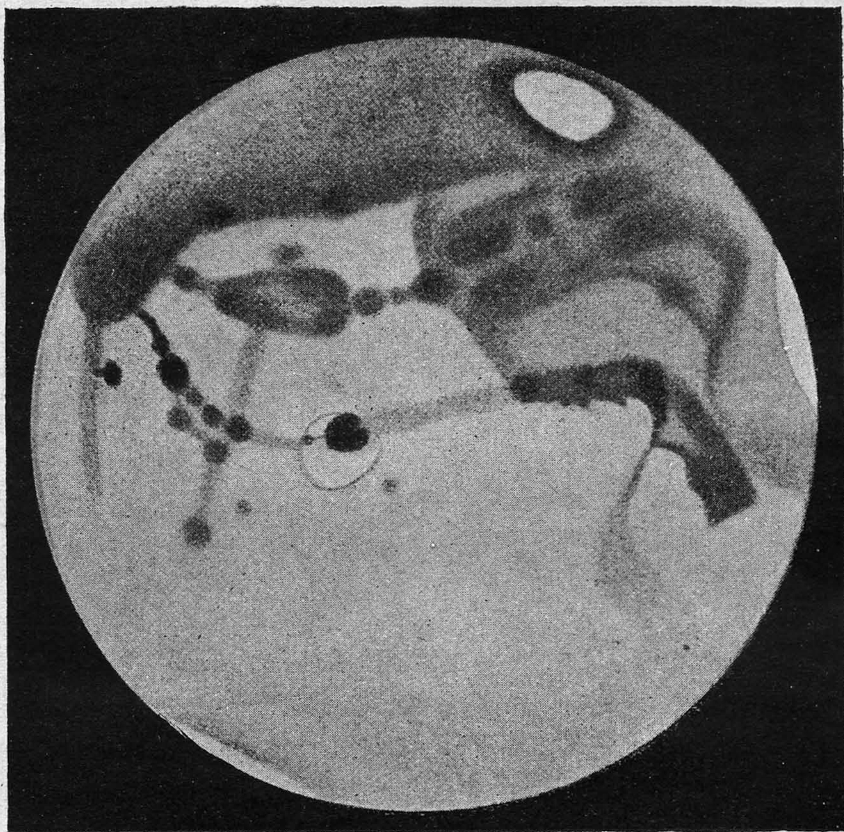


Рис. 23. Марс 6 октября 1909 г.
(рис. Антониади).

степени невероятно,—то трудно понять, каким образом каналы, которые должны лежать почти горизонтально, чтобы наполняться водой, могут итти прямыми линиями через горы и долины. Они должны были бы, как и наши реки, изгибаться сообразно с рельефом местности, даже если бы их сооружали инженеры.

Зимой каналы замерзают и делаются невидимыми, подобно озерам или оазам в точках их пересечения. Их покрывает красно-желтая навеянная на них ветром пыль. Прежде чем канал снова станет видимым, на его месте появляется темно-красная полоса: это сделавшаяся влажной железная окись. Иногда он возвещает свое появление туманом. Ясно, что холодный туманный воздух залегает, как и у нас на земле, в глубине долин и увлажняет на их почве соли, после чего канал становится видным, как темная полоса. Иногда окрестность канала является тоже потемневшей, что показывает, что и там поглощено некоторое количество влажности. По краям каналов отложились менее гигроскопические соли. Зелеными каналы могут казаться по контрасту с красными окрестностями. Возможно также, что зеленый цвет вызывается взвешенными в воде частицами тонкой пыли. Возможно, что происходит восстановление окиси железа через сероводород, вытекающий вместе с паром из трещин. Уже малые количества могут вызывать большие действия. Ф. Ле-Культр характеризует окраску иногда черной, как уголь.

Подобное же происходит с морем. Если оно замерзает, то на него ложится желто-красная пыль и сообщает ему оттенок между первоначальным зеленым цветом и светлым красно-желтым. Если лед снова тает, то пыль опускается вниз, и вода опять принимает темно-зеленый цвет.

Концентрированный раствор хлористого кальция замерзает при —55°, раствор хлористого магния при—44°, а поваренной соли при—22°. Если же, как указано выше, средняя температура на Марсе стоит около—40°, на экваторе около—10°, а у полюсов среди лета около 0°, то таяние на поверхности моря или в каналах возможно именно там, где выделяются соли. Нужно думать, что лед на Марсе лежит неподвижно, между тем как на Земле он перемещается. Благодаря этому, в течение тысячелетий песок и пыль могут накапливаться на дне неглубоких полыний, образовавшихся на полярном льде Марса. Тогда море, несмотря на свою малую глубину, является тем-

ным, и оставшиеся еще нерастворившимися белые кристаллы соли и льда могут не просвечивать. Лоуэлль думал, что открыл каналы даже на море (рис. 22). Возможно, конечно, что в более ровных частях моря, которое походит на замерзший ковир, выступают трещины, как в Тирренском море, к северу от Сицилии. Нужно отметить, что Фламмарион высказал на первый взгляд поразительное мнение, что вода на Марсе замерзает при более низкой температуре, чем на Земле. Но это как раз именно и говорит за соляные растворы.

Абсолютно равномерную ширину и прямолинейность каналов Марса обыкновенно приводят как ясное доказательство того, что они—искусственные сооружения, работа инженеров. Итальянский астроном Черулли сильно возражал против такого взгляда. «В крайне редких случаях, когда ясно видны обе стороны канала»,—говорит Скиапарелли,—я замечал на них бухты и мысы. Так было с каналами Эвфратом и Тритоном в 1879 году и с Гангом в 1888 году. Совершенно ясно, что все появившиеся в старых трещинах водные потоки не могут быть равномерно широки. Антониади подтвердил это своими наблюдениями осенью 1909 г. (сравн. рис. 16а и 23), равно как и Ле-Культр, который установил наличность вдвое большего количества неравномерных, чем равномерных каналов. Антониади говорит, что некоторые каналы кажутся рядом озер, расположенных друг подле друга в одном направлении, другие же напоминают тонкие линии с искривлениями и изгибами. «Сложная сеть прямых линий является, повидимому, фантазией». «Пятна на Марсе,—говорит он,—весьма неправильны и вовсе не обнаруживают каких-либо (простых) геометрических форм». Последние именно и выставлялись в доказательство того, что каналы являются сооружениями разумных существ. «Вид планеты напоминает Луну или земной ландшафт, рассматриваемый с воздушного шара». «Одним словом, геометрия Марса оказывается воображением». Особенно поучительно сравнение карты Скиапарелли (1886), начерченной в проекции Меркатора, с картой Антониади (1909), изготовленной таким же способом. Обе воспроизведены на таблицах в конце этой книги. Между тем как Скиапарелли изображает каналы по большей части узкими, прямыми или слабо изогнутыми лентами равномерной ширины, у Антониади они часто разрешаются в ряд темных пятен, которые связаны несколько более светлыми частями. (См. каналы Нектар и Эро при Солнечном озере).

Так же обстоит дело и относительно различных «морей» или «морских заливов», особенно относительно Тирренского моря и Солнечного озера (lacus Solis), как и известного Бо́льшего Сырта (Syrtis major), который, как и Солнечное озеро, принадлежит к поразительнейшим явлениям на Марсе. Обе карты интересны также потому, что иные каналы и другие образования, которые обозначены на одной, часто отсутствуют на другой, а ведь отсюда вытекает большая изменчивость Марса в сравнении с Землей.

Если смотреть с Марса, то на Земле не нашлось бы никаких заметных перемен за историческое время; конечно, надо исключить меняющийся с временами года снежный покров. Противоположную особенность Марса можно объяснить себе только тем, что видимые образования—это лишь крайне тонкие, легко меняющиеся образования поверхности.

Иногда внезапно выступают большие белые пятна, особенно вблизи озер, как, напр., при озере Феникса (приблизительно на средине рис. 23, представляющего Марс 6 окт. 1909 г., по Антониади). Эти пятна исчезают столь же внезапно, как и появляются. Во всяком случае их белизна происходит от тонкого покрова из снега и инея, которые легко образуются поблизости озер и быстро исчезают при теплом веянии ветра или солнечном луче. Иногда на Марсе описываются также более темные пятна, которые при сильном увеличении разрешаются в светлые и темные четырехугольники, как на шахматной доске. Они напоминают баджиры в Туркестане (рис. 8).

Лежащие у трещин на Марсе ряды озер, которые для нас представляются каналами, постоянно подвергаются новому заносу песком и высыханию. Они возникают вновь благодаря новым, соответствующим нашим землетрясениям, понижениям почвы по сбросовым линиям, при чем вытекают водяной пар и другие газы и в самых низких местах у трещин сгущаются в озера. Поэтому каналы появляются весьма быстро, почти каждый день, чтобы иногда опять столь же быстро исчезнуть. Замечательнейший случай появления «нового» канала недавно сделался известным по сообщению Лоуэлля. Два новых канала, ко времени наблюдения представлявшиеся наиболее резкими на поверхности Марса, были замечены на Флагстаффской обсерватории 30 сентября 1909 года к востоку от Большого Сырта (Syrtis magna) и тотчас же сфотографированы. Стало быть, здесь не было никакого обмана чувств. Напротив, боль-

шой канал Аментес не появился на карте (рис. 16). Он лежит приблизительно в 30° к востоку (слева) от Сырта, как раз в той области, где был замечен новый канал. При этом также в первый раз были наблюдаемы и новые «оазы», к которым сбегались немного искривленные каналы и некоторые меньшие каналы.

Итак, как раз перед 30 сентября 1909 года, очевидно, произошло одно или, может быть, несколько сильных потрясений, приведших к образованию двух новых оазов, как центров провала, к востоку от Бóльшего Сырта (Syrtis major). Трещины там вероятно были бы замечены раньше, если бы не были засыпаны песком. Но благодаря вытекающему из них водяному пару, который уплотнился в воду в холодном воздухе Марса, они снова сделались видными.

В 1913 году, на обсерватории Л о у э л л я, был снова открыт двойной канал Эфиоп (на карте рис. 16, под 240° долготы представлен одиночным), который исчез за 15 лет перед тем.

Это внезапное появление и исчезание больших каналов доказывает очевиднейшим образом, что они вовсе не величественные сооружения инженеров, на выполнение которых на Земле потребовались бы века.

Вера в разумное население на Марсе весьма распространена. При этой вере можно все объяснить, особенно если допустить, что разумность этих существ далеко превосходит нашу, так что мы не в состоянии понять мудрых планов, по которым сооружены эти каналы. Пункты скрещения каналов—это будто бы города (Л о у э л л ь) в пятнадцать раз больше Лондона. Так объяснить можно все, не объясняя в сущности ничего. Если мы хотим понять явления на Марсе, то мы прежде всего должны отрешиться от пользовавшегося в прежние времена большим почетом принципа целесообразности, который привел к смешным выводам иных выдающихся людей науки. Чтобы понимать, нам нет нужды прибегать, как это делает Ф л а м м а р и о н, к еще неизвестным силам природы, как бы это ни одобрялось мистиками. Если мы хотим познать природу, то должны основываться только на тех ее силах, с которыми хорошо знакомы, и только таким образом мы сможем двигаться вперед и в изучении Марса.

ГЛАВА VII.

Меркурий, Луна и Венера.

Планета Меркурий походит в некотором отношении на Марс, однако существенно отличается от него совершенным отсутствием атмосферы. Трещины в коре Марса и Земли весьма скоро заполняются. Глина или песок втягиваются текущей водой или навеваются ветрами. Очертания расселин сглаживаются, и только потрясения почвы и истечения различного рода позволяют узнать их существование и историю. На Меркурии они остаются открытыми трещинами. Там из них выходят, подобно тому, как и на Земле, восстанавливающие газы и дают окружающему более темную окраску, чем та, которая свойственна остальной видимой для нас части планетной поверхности. (Мы видим только обращенную постоянно к Солнцу сторону Меркурия). Пары, вследствие своей малоподвижности оседающие в глубине земных расщелин, как нашатырь, другие хлористые соединения и сера, выходят из трещин Меркурия на волю, опускаются на далеких равнинах и окрашивают их в более темный цвет. Серные пары производят с солями железа черные соединения. Лоуэллю мы обязаны изображением темных, видимых на Меркурии пятен; одно из них воспроизведено на рисунке 24. Эти пятна лежат по прямым или слабо искривленным линиям, как соответствующие им пятна на поверхности Марса по карте Антониади. Итак, повидимому, они являются непосредственными спутниками невероятно больших трещин. Если судить по изображению Лоуэлля, то трещины на Меркурии гораздо правильнее распределены. чем трещины на Марсе. Почти в середине постоянно освещенной

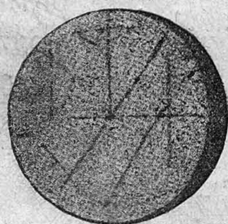


Рис. 24. Меркурий с его „каналами" по рисунку Лоуэлля.

Солнцем половины Меркурия мы видим темное пятно—«озеро». Стало быть, это пятно лежит на самом жарком месте поверхности Меркурия. Это весьма важное указание, ибо мы можем себе представить такую картину: самое жаркое место на Меркурии, по всей вероятности, всего позднее из всех других его мест покрылось твердой корой. Меркурий, вероятно, весьма рано потерял вращение вокруг своей оси и начал постоянно обращать к Солнцу одну и ту же сторону, когда его поверхность еще состояла из текучей лавы, по крайней мере там, где он сильнее всего освещался Солнцем. Итак, здесь было самое слабое место его коры. Если позднее следовали провалы, то они исходили от этого слабейшего места. И на изображении видно, что от этого центрального места расходятся лучами не менее шести трещин. Где отрывались глыбы от отдаленных твердых частей, там образовывались другие трещины, но они не имеют столь прямолинейного направления, как исходящие из центрального пункта провала. По трещинам выступают теперь восстанавливающие газы из недр планеты и окрашивают в темный цвет верхние слои, состоящие по большей части, вероятно, из железной космической пыли. На Меркурий эта пыль должна выпадать весьма обильно, так как вблизи Солнца, вследствие более сильного притяжения, она находится в большем количестве, чем дальше от него. Меркурий ближе к Солнцу, чем Земля, в 5 раз, и в 12 раз ближе Марса. Вероятно, и на Меркурии есть высокие горы, которые не истачиваются ни текучей водой, ни песчаными ураганами. Но мы не можем видеть их с Земли. Далеко растянувшиеся пятна на Меркурии, усматриваемые Шрётером, Фогелем и другими, это, может быть,—явления, подобные «морям» на Луне. Фогель полагал, что заметил на Меркурии следы водяного пара, равно как и на Марсе, но это в обоих случаях произошло, конечно, от неудовлетворительных средств наблюдения.

Темное полушарие Меркурия должно быть чрезвычайно холодно вследствие лучеиспускания в мировое пространство. Температура должна быть там ниже температуры замерзания воды более, чем на 200°. Даже самые концентрированные из известных нам соляных растворов уже при температуре выше этой превращаются в лед с выделением соли. Конечно, на этой стороне не может быть никакой жидкости. И на солнечной стороне тоже не может существовать никакой влаги, потому что она должна испаряться по направлению к холодной сто-

роне. Сходство с пустыней для Меркурия должно быть еще больше, чем для Марса, и там совершенно исключаются изменения на поверхности, вызываемые переменой температуры. Правда, в силу так называемых либраций, некоторые части темного полушария попадают из мрака на свет Солнца на границе освещенной части, но и они также теряют всякий след влаги, пока находятся на солнечном зное.

Земная Луна не столь неизменна в метеорологическом отношении, как Меркурий, хотя взятая в целом она на него похожа. Как тот к Солнцу, так и эта обращена постоянно одной и той же стороной к Земле, с небольшой либрацией. Таким образом, каждая точка на Луне имеет в течение одной половины синодического месяца (29,53 дня) день и другой половины — ночь. Этого длинного промежутка времени достаточно, чтобы температуры, с одной стороны, в их высшей точке соответствовали полному освещению Солнца, а, с другой стороны, при полном ночном охлаждении—температуре мирового пространства.

Некоторые наблюдатели, в том числе У. Г. Пикеринг, утверждают, что части Луны, только что выступающие из тени, имеют будто бы более светлую окраску, чем после того, как они некоторое время пробыли под освещением, и Пикеринг думал, что это происходит от снега или инея, которые там скапливались в долгую ночь из 355 часов. Это, конечно, невероятно. Если бы на Луне был заметный след водяного пара, то на полюсах должны были бы образоваться белые шапки, потому что там солнечная теплота недостаточна, чтобы растопить лед. Однако никто не видал ни малейшего признака таких белых шапок, и поэтому мнение о существовании снега на Луне едва ли имеет еще хоть одного защитника.

Горы на Луне не подвергались ни приступам со стороны воды и песчаных ураганов, ни расщеплению от быстрого накаливания Солнцем. Они стоят над окрестностью в своей полной первичной высоте. По длине их теней можно вычислить их высоту. Таким образом Медлер определил высоту одного зубца горы Ньютона в 7300 метров над равниной, на которую падала тень шести других вершин—от 6000 до 7000 метр., 21 — 5000 до 6000 м. и 82 — от 4000 до 5000 м., наконец 582 — 2000 или более метров над окрестностью. Отсюда видно, как чрезвычайно высоки горы на поверхности Луны сравнительно с горами Земли, обладающей в 13 раз бóльшей поверхностью.

Рисунок 25 показывает одну из самых богатых вулканами местностей на Луне с горой Тихо в середине и Клавиусом вверху,

Самое характерное на Луне — это многочисленные вулканы. Они имеют размеры от 200 килом. в поперечнике, напр., мощный Клавиус с своими побочными вулканами и, спускаясь ниже, до таких, которые едва можно рассмотреть в телескоп. Величайшие из них далеко превосходят все наши земные вулканы и отличаются от них почти плоским дном кратера, на котором иногда находятся меньшие вулканические конусы (см. рис. 25, кратер Лонгомонтанус направо от Тихо). Они окружены высоким, весьма часто внутри крутым, извне покатым кольцеобразным валом, как, напр., Клавиус, Лонгомонтанус и Тихо. Величайшие из них, напр., Клавиус, можно было бы сравнить с окруженной горами страной, напр. Богемией. На кольцеобразном валу Клавиуса и внутри последнего есть еще бóльшие и меньшие кратеры. Наименьшие из них являются полушарообразными впадинами в коре Луны, или же это малые конусы, пробивающие кольцеобразный вал, или нанизанные друг подле друга по краям трещин на дне кратера.

Все эти вулканы выбрасывали из лунной магмы наружу большие газовые массы, вероятно, состоявшие по большей части из водяного пара. Если бы последний сгустился в воду, то произошли бы моря и реки, и на морском дне отложились бы в виде осадков отмытые от гор массы. Но этого не случилось. Так называемые «моря» на Луне (см. рис. 26 с морем Ясности внизу и морем Спокойствия вверху слева, а также рис. 28 с морем Дождей внизу, справа ограниченным «Карпатами»), наверно, лежат ниже, чем их окрестности, но у них большей частью гладкая поверхность, и они не покрыты никаким осадком, который отражал бы больше света, чем стекловидный вулканический минерал, из которого они состоят. «Моря» на Луне гораздо темнее, чем их окрестности, и это доказывает, что настоящих морей или скоплений воды никогда, конечно, не было на теперешней лунной поверхности. Уже к тому времени, когда поверхность Луны была расплавленно-жидкая, водяной пар улетучился из ее атмосферы, и пар, поднимавшийся изнутри, исчезал так быстро, что никакого образования морей не могло произойти. Итак, судя по всему, Луна никогда не носила жизни на своей неровной поверхности. Как видно из рис. 26, дно «морей» не свободно от вулканов. Оно также полно складок, соответствующих горным цепям на Земле. Это следы ста-



Рис. 25. Часть Луны вблизи от южного полюса. Большой кратер на верху, имеющий как внутри, так и на своей границе большое число мелких кратеров-Клавиус. Несколько ниже и правее лежит Лонгомонтанус как раз на краю тени; несколько ниже середины виден Тихо с его центральной горкой. По снимку Обсерватории Иеркса.

рых расщелин на весьма еще тонкой коре. Направо на море Ясности видны некоторые белые пятна, которые Пикеринг считал за снег. Наибольший из них это пресловутый «кратер» (?) Линнея. Море Ясности окружено в некотором роде кольцеобразным валом из вулканов.

Известный астроном Черулли, направив на Луну умеренно увеличивающий телескоп, заметил, что пятна на ней располагались в ряды и выступала система линий в роде каналов на Марсе. Так как при более сильном увеличении такой правильности не замечалось, то Черулли решил, что каналы на Марсе распались бы в меньшие пятна, если бы были применены телескопы с достаточным увеличением. Это отчасти подтвердившееся воззрение недавно снова были выдвинуто англичанином Маундером, который оспаривает существование каналов на Марсе, хотя оно свидетельствуется фотографией.

Но помимо этих кажущихся линий на Луне имеются также многочисленные образования почти прямолинейного характера. Сюда принадлежат прежде всего борозды, длинные рвы, по сторонам которых часто стоят меньшие вулканы. Рис. 26 показывает, справа вверху, некоторые рвы подобного рода. В средине направо виден малый вулкан Гигинус. Слева от него стоят дальнейшие шесть, а справа два малых вулкана; последние на рисунке не заметны. Вторая «борозда Ариадея» начинается слева в вулкане Ариадее, незаметном на рисунке. Можно думать что эти борозды произошли оттого, что вновь образовавшаяся внешняя кора Луны неравномерно стягивалась над внутренними раскаленными массами, в роде как бы глазури на фарфоре, и при этом делалась щелистой. Подобно обеим названным бороздам, влево от них оканчивается наибольшая часть других борозд у малых кратеров, стало быть, у слабых мест в коре. Трещины, с своей стороны, оказались ослабленными местами в коре и повели к образованию вулканов в своем соседстве. В различных местах Луны, особенно в экваториальных местах, были обнаружены еще новые борозды и иногда также небольшие вулканы, «которых прежде невозможно было бы не заметить, если бы они были налицо». Однако, по общему мнению, такие изменения весьма невероятны. Возможно, что эти борозды и вулканы видны только при особо благоприятном освещении, а потому при менее удобном свете ускользают от внимания.

Совершенно своеобразное явление на Луне — это так называемые «лучи». Они идут по большей части прямолинейно от некоторых из больших кратеров, в особенности от Тихо и от Коперника. Исходящие от Тихо (рис. 27) не производят впечатления лежащих выше или ниже окружающей местности. Поэтому они при косо падающем свете незаметны (рис. 25). Они проходят по прямой линии независимо от рельефа местности. В этом отношении они имеют некоторое сходство с каналами Марса и с расселинами на Земле, напр. с теми, которые идут прямолинейно по глубине Тирренского моря и по горным массам Калабрии. Нэсмит (Nasmyth) и Карпентер при помощи давления в одной точке разбили стеклянный шар, наполненный водой, и получили исходящую от этой точки систему лучей, которая живо напоминала систему лучей лунных кратеров. Подобная же картина получается, если ударить в одной точке оконное стекло. Окруженные лучами кратеры были, без сомнения, первоначально местами провала, хотя теперь лежат иногда очень высоко, как, напр., Тихо. Могло произойти вековое поднятие почвы, приблизительно подобно медленному поднятию Скандинавии. Лучи вокруг Коперника (рис. 28) совсем иные, чем около Тихо. Они не прямолинейны и образуют вблизи кратера ясные, при косом освещении хорошо видимые горные цепи. Лучи проникают прямо через «Карпаты» в море Дождей. Часто несут они, как, напр., луч бегущий вниз, т.-е. к северу, небольшие вулканы. Они являются, очевидно, вулканическими трещинами, подобными таковым на Земле.

Во многих случаях лучи не были бы видимы (напр. вокруг Тихо), если бы они не были гораздо светлее окраской, чем их окрестность. Это явление можно объяснить себе так, что трещины были заполнены светлой материей, проникавшей из недр Луны, лунной магмой. Это была весьма легкоподвижная магма, ибо она значительно распространилась над первоначальными краями расщелин, которые, вероятно, как и земные расщелины, были весьма умеренной, незаметной с Земли, ширины. Подобные расщелины, заполненные легкоподвижной материей, известны и на Земле, напр., после извержения Лаки в Исландии в 1783 году. Цвет «лучей», быть может, потому светлее, что позднее вытекшая, заполняющая расщелины магма дала каменную породу другой способности отражения, чем прежняя, из которой образовалась лунная кора. Последняя похожа в этом отношении на обсидиан или еще более на другую вулканиче-

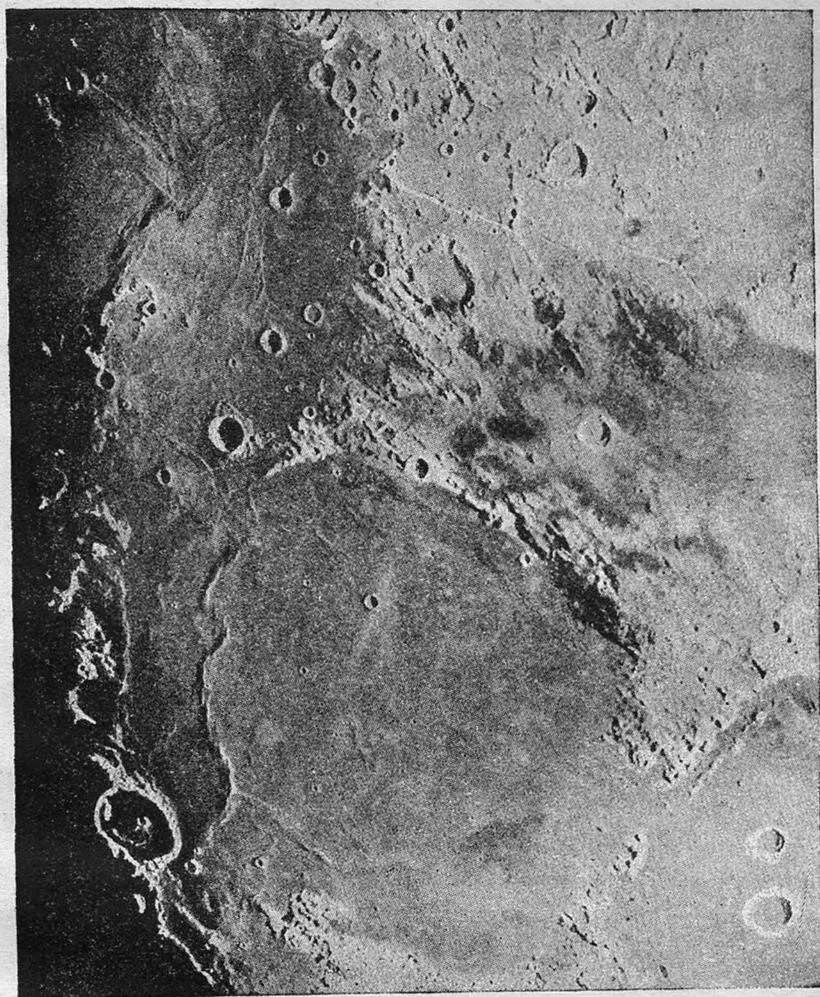


Рис. 26. Внизу Море Ясности, над ним слева Море Спокойствия с окрестностями. Слева от Моря Ясности большой кратер Посидониус. В 2,4 см. от нижнего края и в 3 см. от правого края видно белое пятнышко. Это—замечательный кратер Линней, изменения которого отмечались некоторыми исследователями. По снимку Обсерватории Иеркса.

скую горную породу—витрофир. Возможно также, что лава в расщелинах содержала в себе множество газовых пузырей и потому получила молочный отблеск. Сила тяжести на Луне в шесть раз меньше земной, и давление воздуха крайне мало. Вследствие этого, газовые пузыри поднимались медленно и выделялись из лавы понемногу. Ввиду малого воздушного давления, они занимали также весьма большое пространство.

Эта светлая пена могла отвердеть, сохраняя свое строение, и, как все формации на Луне, сохраниться неизменно. На Земле такая отверделая пена была бы быстро уничтожена водой и песком.

Прежде чем мы закончим рассмотрение Луны, нужно сказать еще несколько слов об ее окраске. Медлер, в согласии с некоторыми другими наблюдателями, утверждает, что «море» Ясности, лежащее на северной стороне Луны, под 25 градусом широты — как раз вправо от средней линии (рис. 26) — отличается чистым прекрасным зеленым цветом, между тем как море Кризисов, почти под 16 град. северной широты, близко к правому краю луны, имеет окраску между серой и темно-зеленой. В море Влажности, 22° южной широты, недалеко от левого края Луны (см. рис. 27), выступают серые и темно-зеленые тона друг подле друга, а море Холода, как раз на северном полюсе Луны, грязно-желто-зеленое. Безусловно — это большие затвердевшие моря лавы, отличающиеся зеленой окраской. Это соответствовало бы земным отношениям, где окраска подобных образований, диабазов и диоритов, обусловливается содержащимися в них зелеными ферросиликатами. Правильность наблюдений Медлера, однако, подверг сомнению Франц. По его мнению, многие светлые кратеры были голубоватыми, и он думает, что это только действие контраста с вообще желтым тоном Луны. Ланглей, который одновременно исследовал спектроскопически окраску Луны, нашел, что голубые тона представлены в свете Луны, в сравнении с желтыми, слабее, чем в свете Солнца, и что общая окраска Луны уподобляется цвету желтого песчаника.

В высшей степени интересное наблюдение сделано было в обсерватории Лоуэлля. Там был исследован спектроскопически слабый солнечный свет, отраженный Землей на неосвещенную часть Луны. Оказалось, что он имел более голубой оттенок, чем отраженный Луной прямой солнечный свет. Отсюда является вывод, что Земля блистает голубым сиянием, что вполне

понятно. Достигающий Земли солнечный свет, отраженный и рассеяный носящимися в воздухе частицами и газовыми молекулами, — темно-голубой. Поэтому свет, отраженный этими частицами к небу, должен быть тоже голубым: таким образом, Земля — это голубая звезда рядом с Марсом, красным от своих ржавых пустынных равнин, и ясной, белой Венерой. Облачные области около экватора и полюсы должны казаться извне светло-голубыми и отграничиваться темно-голубыми полосами тропических зон затишья, под которыми лежат свободные от туч пустынные пояса с каждой стороны экватора.

Луна — это еще худшая пустыня, чем Марс. На Марсе мы замечаем, по крайней мере, некоторые незначительные изменения. Мы видим, что белые полярные шапки исчезают в середине лета, при чем кажется, что их окружает темный край. Тогда выступают моря и каналы, сперва около этого края, потом все дальше, до самого экватора и, наконец, за экватором, тогда как на другой полюс начинает ложиться зимний покров. Мы видим, как внезапно появляются белые пятна вблизи морей и опять столь же внезапно исчезают. Мы наблюдали действие песчаных ураганов, которые закутывают Марс и часто снова засыпают песком каналы. Быстрота, с которой происходят эти изменения, показывает, что мы имеем дело с явлениями в крайне тонком слое. Напротив, появление каналов, бывших скрытыми в течение многих годов, показывает, что в недрах планеты все еще жива некоторая, хотя и слабая, вулканическая деятельность и делается заметной на ее поверхности. Не вполне немыслима жалкая растительность низших форм у полюсов.

Напротив, Луна, если исключить перемены освещения, и происходящего отсюда нагревания, представляет собою неизменяющееся небесное тело. Вероятно, она затвердела еще не до самого центра, а потому еще вероятно медленное дальнейшее утолщение ее коры. При этом еще будут освобождаться газы, но они не смогут прорвать заключающую их толстую броню и останутся в виде пузырей в каменеющей магме. На лунной поверхности нельзя с уверенностью усмотреть каких-либо изменений. Правда, Вильяму Гершелю, который был отличным наблюдателем, казалось, что в 1783 году он открыл некоторые горы, которых раньше там не было; точно так же и Шрётер, постоянно наблюдавший Луну, сообщал о наличности многих изменений, но достоверные критики подвергли сомнению правильность этих открытий. После того как в 1837 году появи-

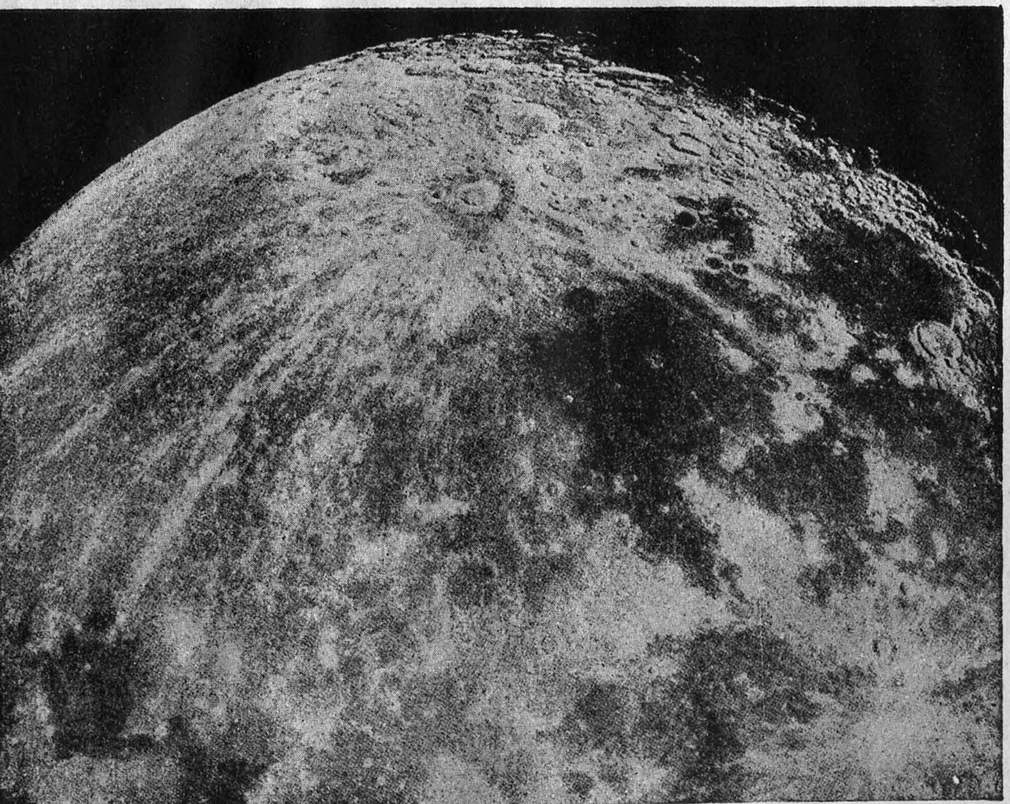


Рис. 27. Кратер Тихо при полном освещении, окруженный своей могучей системой лучей. Ниже в правом углу виден Коперник с несколько менее правильной системой лучей. Между ними лежит Море Туч и ближе к правому краю Море Влажности, и под ним большой кратер Гассенди. Части Луны, изобр. на этом снимке, имеются и на рис. 25 и 26 в другом освещении. По снимку Обсерватории Иеркса.

лась большая работа Медлера о Луне, прочно установился взгляд, что Луна — неизменное тело. Несмотря на это, Шмидт в Афинах в 1866 году и в последнее время Пикеринг в Кембридже в Северной Америке утверждали, что на Луне произошли некоторые перемены. Первый думал, что кратер Линнея исчез, с тех пор как явились работы Медлера. Но сам Медлер сообщал в 1867 году, что кратер существует еще попрежнему. Пикеринг, по его словам, заметил периодические изменения, которые произошли от «снега» и «растительности». (См. рис. 26, взятый из лунного атласа Пикеринга). Между тем более тщательные изыскания сделали вероятным, что дело шло о кажущихся изменениях, благодаря различному освещению и неодинаковым условиям во время наблюдения. Видимость различных деталей на нашем спутнике зависит в высокой степени от этих условий. Несколько более четверти века применяется фотография, как объективное средство для исследования Луны. В течение этого времени, хотя оно и не особенно длинно, на пластинках не было найдено сколько-нибудь заметного признака наступивших изменений.

Большое отличие Марса от Луны состоит в присутствии атмосферы. Вероятно, кислород на Марсе истратится при выветривании и постепенно исчезнет. Однако азот, аргон и другие благородные газы останутся, равно как и водяной пар, который постоянно будет подниматься от водных и ледяных поверхностей, в особенности выступающих вокруг южного полюса. Но водяной пар также исчезнет постепенно с понижением температуры, и если она когда-нибудь опустится ниже точки замерзания соляных растворов, то с каналами и морями будет покончено. Они тогда не будут более оттаивать или делаться мокрыми, если водяной пар не будет проходить над ними от теплого полюса к холодному. На планете будут наблюдаться только песчаные ураганы и облака и вызванные ими перемены в окрасках.

Если мы хотим представить себе будущую судьбу нашей Земли, то мы должны искать прообраз в Марсе, а не в Луне. Охладится Солнце, исчезнет его сила, и вместе с этим Земля погрузится в мрак и холод. Постепенно начнут замерзать моря, чтобы, в конце концов, превратиться в лед до самого дна. Осадки будут все уменьшаться, и, наконец, будет выпадать только немного снега, что будет вносить некоторую перемену, и вся Земля, насколько простирается материк, станет одной

только песчаной пустыней. Темными полосами выступят трещины, окрашенные благодаря газам, вытекающим из недр. Если температура на экваторе опустится ниже точки замерзания, то только у полюсов еще будет в середине лета оттаивать тонкий покров инея и делать возможной скудную жизнь последних слабых организмов, после весьма долгой зимней спячки. В заключение и там исчезнет последний остаток жизни, и только песчаные ураганы вместе с последними испарениями из недр Земли по линиям разрыва земной коры будут еще вносить некоторую перемену в это пустынное однообразие. Ниспадающая метеоритная пыль, которая теперь спокойно остается лежать на морском дне, покроет мало-по-малу всю Землю покрывалом, окрашивающимся в кирпично-красный цвет вследствие окисления содержащегося в ней железа. Если будет истрачен кислород, то над Землей расстелется серо-зеленый саван неизменной пыли.

Совсем иное дело на планете, столь же близко лежащей к нам, как и к Солнцу, на сияющей Венере, которая издавна привлекала внимание людей. Господствующая там температура равна в среднем 47°, при условии, что солнечная константа измеряется двумя калориями на квадр. сантим. в минуту. Влажность там будет, конечно, в шесть раз сильнее, чем в среднем на Земле, втрое сильнее, чем в Конго, с средней температурой в 26°. На возвышенности в 5 килом. воздух на Венере будет почти еще столь же влажен, как наш у самой почвы. А потому легко можно себе представить, что там все каплет от сырости, однако ливни дают воды немногим более, чем у нас. Облачность огромная; густые дождевые тучи проходят еще на высоте 10 км. Солнечная теплота не достигает почвы Венеры, она задерживается густыми тучами. Сильные воздушные течения, которые происходят вследствие этого в атмосфере, гонят водяной пар на большие высоты, где образуются новые тучи. Вследствие этого образования облаков, на поверхности Венеры только с трудом могут возникнуть горизонтальные ветры. Там царит почти полный штиль, ибо тучи не пропускают туда почти ни одного прямого солнечного луча, а потому нет повода для вертикальных течений, между тем как трение и равномерная температура на поверхности препятствуют горизонтальным ветрам.

При высокой температуре на Венере, там весьма быстро происходят все изменения, почти в восемь раз быстрее, чем на Земле. Продукты выветривания весьма быстро уносятся силь-

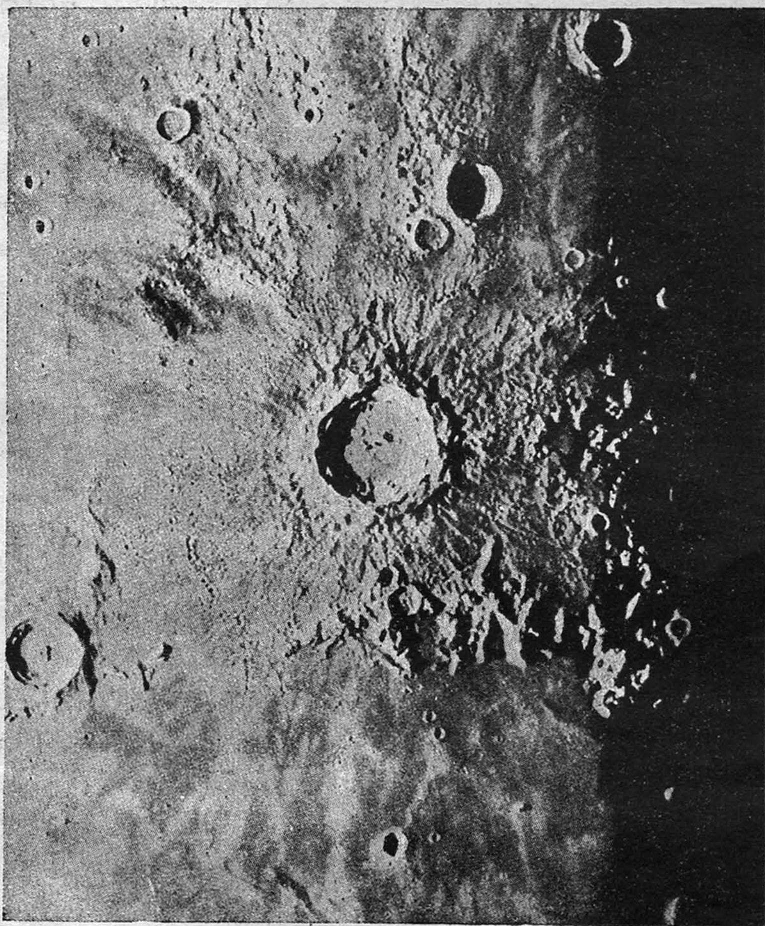


Рис. 28. Большой окруженный лучами лунный кратер Коперник. Ниже видна горная цепь Карпатов и еще ниже часть Моря Дождей. По снимку Обсерватории Иеркса.

ными ливнями в долины и в моря через речные устья, а потому, конечно, весьма большая часть поверхности Венеры занята болотами, и там, вероятно, такие же условия, как на Земле в каменноугольную эпоху с тем только различием, что там почти на 30° теплее. В воздух не поднимается никакой пыли, которая давала бы ему сильную окраску. Только ослепительный белый блеск отраженного тучами света проникает в мировое пространство и дает планете ее сияющую белизну. Сильные течения в высших воздушных слоях почти вполне уравнивают тепловые различия между полюсами и экватором. На всей планете господствует одинаковый климат, как это было некогда на Земле в ее самую жаркую пору.

Температура на Венере не так высока, чтобы не могла развиваться сильная растительность. Всюду в течение целого года остающаяся одинаковой теплота делает ненужными приспособления к возможным сильным изменениям условий жизни. А потому живые существа, главным образом, конечно, растения, должны там оставаться на низкой ступени развития и быть довольно однообразными на всей планете. Высокая теплота вызывает также весьма живую перемену в организмах, и они поэтому, вероятно, недолговечны. Мертвые тела должны быстро истлевать и наполнять воздух удушающими испарениями. Мертвые части, увлеченные потоками воды в ил и там погребенные, быстро превратятся в небольшие угольные комки, которые, благодаря отложению дальнейших слоев ила под высоким давлением и при высокой температуре, превращаются в зерна графита. Образование ископаемых в собственном смысле этого слова встречается на Венере столь же мало, как и на Земле в ее древнейшие времена.

Однако полюсы Венеры, вероятно, поставлены в этом отношении в условия несколько более благоприятные: температура там должна быть несколько ниже средней температуры планеты, быть может, градусов на десять. Условия для развития организмов в высшие формы возможны скорее там, чем на других частях планеты. Оттуда прогресс и культура, если только можно так выразиться, распространятся даже до экватора. Постепенно температура будет понижаться, густые тучи и тьма осветятся, и когда-нибудь, когда жизнь на Земле, быть может, возвратится к простейшим формам, или даже совсем угаснет, там, на Венере, появятся растительные и животные формы, радующие наш взор на Земле. И будет Венера «небесной ца-

рицей», как называли ее вавилоняне, не только благодаря своему лучезарному блеску, но и как планета в нашей солнечной системе, одаренная наивысшими живыми существами.

Древние верили, что по звездам можно вычитать судьбы людей, и эта вера, сильная, как религия, господствовала даже немного столетий тому назад. Ее исповедывали выдающиеся астрономы, Тихо Браге старался подкрепить ее научными наблюдениями. Сильные следы этой веры сохраняются еще в представлениях народа. Эта вера нашла теперь некоторое подтверждение, но совершенно не соответствующее представлениям наших предков. Не судьбы отдельных людей, но, конечно, судьбы обитателей Земли, с самых первых времен, когда начала возникать жизнь, можно вычитать из планет, и можно выманить у них предсказание судеб, которые постигнут потомства ныне живущих созданий, хотя бы даже через миллиарды лет.

Но другие мечты наших отцов, именно мечты об обитаемости других миров нашей солнечной системы не исполнились. По мнению великого Канта, жизненные условия на планетах, описывающих свои круги по ту сторону земной орбиты, должны быть настолько благоприятнее земных условий, что там должны обитать гораздо более высоко развитые существа. Последний отголосок такой веры мы имеем в грёзе о чрезвычайно разумных инженерах, творцах величественных систем исполинских каналов на Марсе. Самые глубокие исследования показали, что едва ли какая-либо другая планета нашей солнечной системы, кроме именно Земли, может быть удобным местом для высоко развитых созданий, и потому мы можем по справедливости назвать ее «наилучшим из миров», которые мы знаем. И все-таки Джордано Бруно претерпел смерть за великую истину. Ибо в высшей степени вероятно —и даже достоверно,— что многие солнца, светящие нам из небесных пространств, окружены темными спутниками. К сожалению, мы не можем их разглядеть даже в самые сильные телескопы. Между этими телами могут быть такие, которые несут на себе жизнь, быть может, даже более высокую, чем земная.

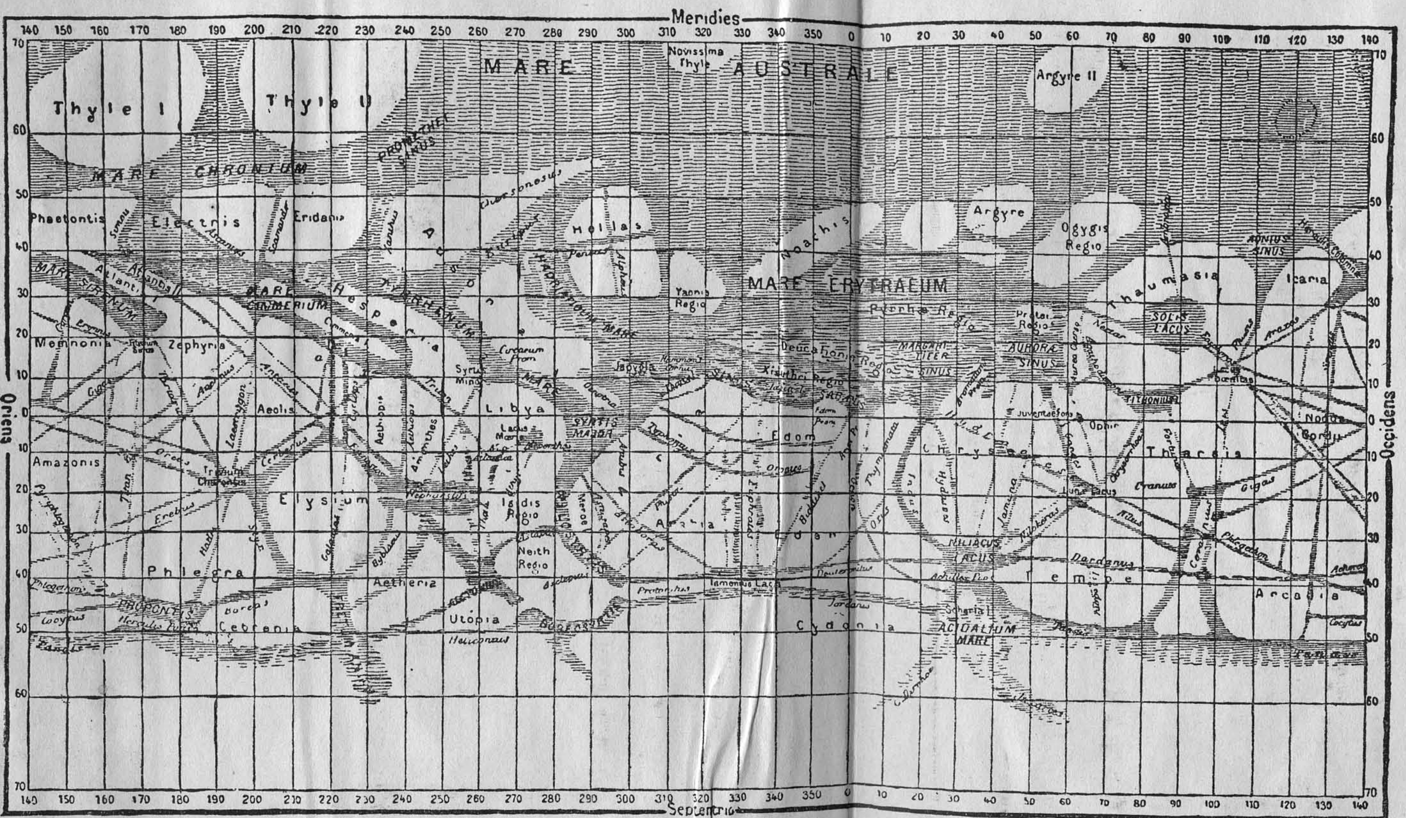


Рис. 16. Карта Марса в проэкции Меркатора по Скиапарелли.

Рис. 16а. Карта Марса в проэкции Меркатора по рисунку А н т о н и а д и (1909 г.). Пояснения. Meridies—юг; Oriens—восток; Occidens—запад; Septentrio—север; M—море; S—Sinus, бухта; Fr—Fretum—пролив; L—Lakus, озеро; Fl—Flumen—река; R—Regio—область; S—остров; Pr—Promontorium—предгорья